

Doc. No & rev 00LI0850  
 Class No  
 Date 2000-11-29  
 Issuer Peter Lindholm  
 Dept. NP  
 Phone  
 E-mail peter.lindholm@se.abb.com  
 Fax

## Memorandum

To: Michel Chamia, Hans Björklund, Nick Warren

Copy:

**Subject: Patentansökan Mach 2**



### 1 TITLE

Integrering av funktioner inom skilda tillämpningsfält i en högspänd elektrisk station medelst samverkande datorer i nätverk.

### 2 TECHNICAL FIELD

Uppfinningen är primärt relaterad till en metod för att i en process i form av en högspänd elektrisk station med tillräcklig snabbhet utföra alla de funktioner inom tillämpningsfälten mätning, indikering, övervakning, styrning, reglering och skydd som är nödvändiga för att åstadkomma alla de olika varianter av driftstillstånd, dvs de varianter av elektriskt kraftflöde till, inom och från stationen, som specificerats för denna.

Uppfinningen är dessutom relaterad till en kompletterande metod för att i en process enligt ovan underlätta och tillgodose en rad stödkrav beträffande stationens utförande, tillämpningsfält och funktioner under hela stationens livscykel, innefattande konstruktion, simulering, provning, montage, dokumentation, handhavandeutbildning, "remote control and supervision" inklusive trådlös sådan, underhåll, reservdelsförsörjning, utbyggnad, uppgradering och förbättringar.

Uppfinningen innefattar också en anordning för att medelst kommersiellt tillgängliga, standarddatorer som samverkar via datornätverk eller databussar eller bådaddera, realisera både den primära och den kompletterande metoden enligt ovan. Med standarddator menas här en dator försedd med en eller flera kommersiellt tillgängliga mikroprocessorer (t ex Pentium II, III eller 4) samt ett eller flera kommersiellt tillgängliga operativsystem (t ex Windows NT, Linux eller Unix). Både elektriska, optiska och trådlösa datornätverk och databussar kan användas.

### 3 BACKGROUND ART

Högspända elektriska stationer med anordningar för att realisera den primära metoden enligt ovan har byggts och finns i drift sedan årtionden. Detta har dock krävt ett stort antal mer eller mindre dedicerade hårdvaruenheter, var och en speciellt konstruerad att utföra en eller ett fåtal funktioner inom varje tillämpningsområde, ibland delvis standardiserade

## ABB Power Systems

Postal Address	Visiting Address	Telephone	E-mail	VAT No
ABB Power Systems AB	Lyviksvägen 3	+46 240 782000	info.sepow@se.abb.com	SE556018072001

och med delar av funktionerna i mjukvara. Nödvändiga insignaler har distribuerats specifikt till de enheter som behöver dem.

En sådant sätt att realisera den primära metoden har krävt ett stort antal fysiska elektriska förbindningar mellan de olika enheterna och därmed ett stort antal kontaktpunkter, dvs ett omfattande kablage med termineringar, vilket har en direkt relation till processens tillförlitlighet.

Informationsutbytet mellan vissa av enheterna har på senare år börjat ske seriellt, t ex via databussar, vilket reducerat kablage och kontaktpunkter i viss utsträckning. Även i detta fall kopplas dock mätsignaler in till specifika användande enheter, t ex skydd. Därifrån kan de i vissa fall distribueras via bussen till en del andra användande enheter, men detta förutsätter att det fysiska avståndet mellan de användande enheterna inte är för stort.

Den kompletterande metoden enligt ovan har delvis kunnat realiseras genom en rad dedicerade lösningar, som dock har ingen eller ringa elektrisk, optisk, elektronisk eller informationsmässig integration med varandra eller med stationens kontroll- och skyddsutrustning.

## 4 SUMMARY

Syftet med uppfinningen är att tillhandahålla en metod enligt inledningen av denna beskrivning; en metod vilken tillgodoser de angivna kraven i en högspänd elektrisk station utan de nackdelar som tidigare kända lösningar medför; samt en anordning för att realisera denna metod.

Enligt uppfinningen innebär metoden att alla eller nästan alla funktioner inom de olika tillämpningsfälten, både de primära och de kompletterande, med förs samman, integreras och hanteras i en och samma informationsmässiga miljö, vilken utgörs av kommersiellt tillgängliga standarddatorer och standardprocessorer som samverkar via datornätverk eller seriella databussar eller bådadera. Karakteristiskt är att informationen i denna miljö kan förmedlas mellan de anslutna enheterna med tillräcklig snabbhet, typiskt på kortare tid än en millisekund.

Informationen i denna miljö utgörs av

- insignaler från processen för mätvärden och indikeringar
- manuella eller automatiska bör-värden från processoperatören
- algoritmer i form av, eller inrymda i, mjukvarurealiserade block, moduler eller objekt, för att ur detta beräkna nödvändiga reglersignaler för processen
- därav resulterande utsignaler till processen i form av styrsignaler och manövreringsordrar
- lagrade signaler och värden enligt ovan (historiska data)
- algoritmer i form av, eller inrymda i, mjukvarurealiserade block, moduler eller objekt, för simulering av alla driftförhållanden som kan förekomma inom stationen, även inkluderande beräknade förhållanden efter framtida utbyggnad, förändring eller komplettering av stationen
- mjukvarurealiserade block, moduler eller objekt, för att finna, analysera och korrigera ursprungliga eller uppkomna fel i befintlig programkod; även benämnt avlusning (debugging)
- digitalt framställd och digitalt lagrad dokumentation såsom kretsschema, kopplingsschema, apparatlista, operatörsmanual, underhållsinstruktion
- mjukvarumässiga kopplingar mellan signaler och dokumentation för att visa önskade signalvärden i digitala principalschemor, enlinjeschemor, logiska shemor, kopplingsschemor och liknande
- algoritmer i form, av eller inrymda i, mjukvarurealiserade block, moduler eller objekt, för att ur ovanstående beräkna när processens huvudkretsapparater behöver underhåll

Genom att all denna information ständigt finns tillgänglig för alla ingående delsystem är metoden och dess realisering oerhört flexibel och medger införande av förändringar och förbättringar utan krav på installation eller ändring av elektriska förbindningar eller installation av ny hårdvara. Därmed är det lätt lägga till nya funktioner utan att behöva ta hänsyn till den fysiska placeringen inom stationen. Vidare möjliggör detta helt nya

funktioner, ej tidigare realiserade i någon form, nu möjliga enbart tack vare att alla signaler finns samlat och omedelbart tillgängliga.

Genom att metoden och dess realisering medför en drastisk minskning av kablage mellan stationens olika delar, och därmed åtföljande minskning av antalet kontaktpunkter, erhålls en väsentlig förbättring av tillförlitligheten. Kostnaden för kablaget och dess förläggning och montage minskas också.

Genom att metoden är realiserad med kommersiellt tillgänglig standardhårdvara låter sig systemet enkelt uppgraderas utan krav på modifieringar av mjukvaran. Detta medför att framtida prestandaförbättringar av mikroprocessorer kommer denna uppfinnings hela metod och dess hela realisering tillgodo genom uppgradering enbart med nya processorer.

Den ökade beräkningskapacitet som blir tillgänglig i systemet efter varje hårdvaruuppgradering enligt ovan ger utrymme att integrera nya funktioner i systemet enbart genom tillägg av ny mjukvara för dessa funktioner.

## 5 BRIEF DESCRIPTION OF DRAWINGS

The invention will be explained in greater detail by description of embodiments with reference to the accompanying drawings, wherein

- Figure 1 illustrates the reduction of the amount of hardware needed for operation of a high voltage converter substation when more and more functions are integrated according to the invention's method,
- Figure 2 shows in a perspicuous way how the invention integrates a great number of control and protection functions in a high voltage substation,
- Figure 3 illustrates the invention's relevance to the entire life cycle of the substation, thus realizing both the primary and the supplementary method,
- Figure 4 shows, by examples, the logical principle for the hitherto known embodiment of a method for exchanging and handling signals between the process and the control and protection system in a high voltage converter substation,
- Figure 5 shows, by examples, the logical principle for the invention's embodiment of a method for exchanging and handling signals between the process and the control and protection system in a high voltage converter substation, collecting and bringing together all information in a common environment consisting of interconnected networks and buses, thus making all signals available to all parts of the system without the need of dedicated wiring,
- Figure 6 shows, by examples, a physical realization of the invention's method for exchanging and handling signals between the process and the control and protection system in a high voltage converter substation, collecting and bringing together all information in a common environment consisting of interconnected networks and buses, thus making all signals available to all parts of the system without the need of dedicated wiring,
- Figure 7 shows a simplified diagram for a high voltage converter station realized with the invention, and
- Figure 8 shows an overview of a large back-to-back HVDC converter substation, illustrating how several control systems can be interconnected via a common substation LAN, making access to any signal possible in any part of the substation .

## 6 DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

The invention is not limited to the embodiments shown and described but a plurality of modifications are feasible within the scope of the inventive concept.

### 6.1 Overview

A typical embodiment of the invention includes all functions needed for a HVDC converter substation. Such an embodiment consists of the following functional parts to realize the primary method:

- Station control
- Pole Control
- Converter Control
- Valve Control
- Thyristor Control Units
- Protections for AC and DC side
- Analogue input/output interface between the embodiment and the main circuitry for measuring current, voltage, temperature etc
- Binary input/output interface between the embodiment and the main circuitry for detecting status signals from, and sending maneuvering signals to, breakers, disconnectors etc
- Human/Machine Interface (HMI)
- Monitoring and Supervision facilities
- Telecommunication
- Remote Control Interface

All vital primary functions are usually doubled for highest possible reliability, with one system active and the other running standby, ready to rapidly take over the active control when a fault in the active system is detected. This principle is prior art, though, and it will not be discussed further in this description.

The typical embodiment of the invention also includes the following functional parts to realize the supplementary method:

- Tools for Electrical Design
- Software Design tools (graphical, modular and programming), including code generation from block diagrams and also including graphical debugging
- Simulation Tools
- Resources for Factory Testing assistance
- Sequential Events Recorder (SER) for binary signals

- Transient Fault Recorder (TFR) for analogue signals
- Integrated Electronic Documentation
- Maintenance System, including maintenance planning, spare parts inventory and report/log of maintenance activities

Those of the functional parts mentioned above, that constitute the invention's novelty, are described in greater detail further on in this chapter.

To physically embody the functions, a set of hardware and a set of software are required.

Typically, the following hardware would be needed:

- A number of modular interface units to convey signals between the main circuitry of the substation and the central hardware
- One or more commercially available standard computers, constituting the heart of the system, called main computers
- A number of electrical, optical or wireless, standard serial data buses to convey information between interface units and main computers
- A number of modular extension boards with Digital Signal Processors, providing ultra-fast calculation capability, needed for certain measured signals, and for some control and protection functions
- A couple of electrical, optical or wireless, standard computer networks and data buses to convey information between different parts of the invention's embodiment
- Mechanical racks and cubicles suitable to house the above interface, bus, network and main computer hardware
- Equipment for Human/Machine Interface (HMI), consisting of data display units such as Cathode Ray Tubes (CRT), plasma displays, LCD displays; the equipment also consisting of devices for outputting information on paper, such as laser or ink printers and plotters; the equipment also consisting of operator input devices such as keyboards, touch sensitive displays, or voice command input arrangements. All input and output devices could be connected to the system via electrical or optical wires, or wirelessly, for example by radio or infrared links.

Typically, the following software would be needed:

- An operating system, such as Windows NT, Unix or Linux, running in the computers included in the invention's embodiment
- Appropriate software needed to operate, handle and monitor all data buses and data networks in the system, if not included in the operating system above
- A graphic, modular programming tool for design, testing, code generation, and debugging of all functions in all application fields of the invention
- A compiling software program capable of converting the created functional modules and their logical interconnections to appropriate

program code in the format needed to run and execute the same functions in all processors included in the invention's embodiment

- Appropriate software to simulate both main circuit equipment and AC and DC networks in order to make possible to test the performance of all control and protection functions included in the invention's embodiment before or instead of using it in real operation

## 6.2 Detailed description

Figure 6 shows a detailed description of the invention, and it will be thoroughly explained further on in this chapter. The preceding Figures are used to introduce and convey the general idea of the invention.

Figure 1 illustrates how the development of microelectronics has lead to, and made possible, the invention's high level of functional integration and the consequential reduction of physical housing and wiring.

Figure 2 shows, in a general and very simplified block diagram, that the invention integrates a great number of interface, control and protection functions in a high voltage substation.

The interface is built using a few standardized, modular, programmable units housed in standard circuit board racks. The I/O units communicate with the control equipment via medium or high-speed serial data buses.

In the control and protection block all functions are realized by using programmable, software modules, giving an extremely flexible solution which allows easy modifications and additions of the different control and protection functions.

Figure 3 shows that, in addition to the above-mentioned, the invention also covers the embodiment of a number of supplementary application fields and functions during the substation's entire life cycle, such as design, testing, simulation, maintenance, documentation, and upgrading.

The purpose of Figures 4 and 5 is to show the difference between prior art and the invention, regarding the method to realize control equipment and interface for a high voltage electrical substation.

In the traditional realization of Control and Protection, according to Figure 4, every measuring signal, status signal, maneuvering signal, and so on, has its own interface unit, and a dedicated wire, or dedicated channel in a serial bus, to transfer the signal to or from the control equipment. In the Control Equipment, every signal is treated by a dedicated unit, for protection, or firing control etc. If more than one unit need the same measuring signal, for example DC current, it is probable that a new, separate measuring chain from the main circuit measuring unit and through the interface and the wire or connection, must be established for each unit needing the same signal. Sometimes the same signal can be used by more than one unit, provided the units are not located too far from each other, but in most cases this is not possible.

The drawbacks of this traditional method are an extensive set of measuring devices, an extensive set of dedicated interface units, extensive wiring between interface and control equipment, and an extensive set of dedicated units for performing all the control and protection functions. In addition, this

solution is not flexible, since practically every change in, or addition of, a control or protection function brings about installation of new hardware and/or wiring.

In the invention's realization of Interface units and Control and Protection functions, according to Figure 5, all those drawbacks are eliminated or minimized. Every significant main circuit parameter is measured or monitored only in one point each, and the corresponding values are transferred to and from the control and protection functions via a standardized interface and a system of interconnected networks and buses. In this network and bus system, every signal is available to every control and protection function that need them, presently or in the future, without the need for installation of new measuring devices, new interfaces or new wiring.

Furthermore, all control and protection functions are realized by software modules, easily programmable, using a high-level graphical interface which automatically converts the human way of specifying the functions with readily understandable and interpretable, logical block diagrams, to computer program code. The automatic compilation also eliminates the risk of typing errors.

Figure 6 is used to give a more detailed description of the invention's embodiment of the primary method. The starting point is the process (1), consisting of an electrical power flow into (2), and a corresponding flow out of (3), a high voltage substation.

The process includes a set of main circuit apparatus to control the power flow in different ways, like stopping, starting, regulating, reducing and reversing it in a number of operational modes to fulfill the specified requirements of the substation. The main circuit devices can be transformers, converters, circuit breakers, disconnectors, arresters, filters, reactors, coolers and other high voltage equipment. All this is well-known prior art and it is not further dealt with in this description.

To control and protect the process and its main circuit equipment, a number of its parameters must be measured and transferred to the control and protection system. Another set of signals must be returned to the process to control and operate main circuit apparatus like converters, tap changers and breakers.

All important analog parameters like ac and dc current, ac and dc voltage, and temperatures, are measured. The output from each measuring unit (8) is connected to a standardized analog interface or I/O unit (6). These units are equipped with Digital Signal Processors (DSP), being capable of receiving a number of analog signals and converting them to digital representation (a method known as sampling) with enough speed and resolution. A number of I/O units are placed in a standard rack (5), which, if suitable, could be enclosed in a box located in the switchyard, close to the measuring devices.

Another type of I/O units (7) is used to receive binary signals, like positions of breakers, disconnectors and tap changers. Such units are bi-directional and are also capable of sending maneuvering signals (10) to main circuit devices like breakers or tap changers.



The transfer of signals between I/O racks located in the switchyard, and the control and protection system, is accomplished by different kinds of serial data buses. For sampled analog signals with high band-width requirements, over 10 Mbit per second, a Time Division Multiplexed (TDM) bus (15) could be used. This bus is mono-directional. Examples of signals requiring high-speed transfer are current and voltage.

For sampled analog signals with speed requirements below 10 Mbit per second, and binary signals, a Control Area Network (CAN, ISO standard 11898) is used (16). This bus is bi-directional. Examples of such signals are temperature, breaker and tap changer position.

The control and protection equipment hardware consists of at least one I/O rack (12), equipped with an appropriate set of I/O units (13,14), and a main computer (19) including at least one extension board with Digital Signal Processors (DSP)(22). The I/O rack and the extension unit are connected via a multi-polar cable (23). The internal data communication and signal transfer within the main computer utilizes a standard parallel back plane bus (PCI) (21).

The above-mentioned hierarchy of interface units, data buses and networks, constitutes a complete signal path between the process and the central processing units. Note that an I/O unit (14) can, if considered appropriate, communicate directly with the process, receiving measuring or status signals (17) and sending maneuvering signals (18), without having to pass through I/O units located in the switchyard (6,7). This is another example of the flexibility of the invention's embodiment.

To complete the general availability of all signals and data within the whole system of the embodiment, the PCI bus (21) also has a Network Communication Board connected to it. This board is capable of transferring data between the PCI bus and a Local Area Network (LAN, adhering to Ethernet Standard, IEEE 802.3)(39), to which Operator Workstations (OWS)(40), and servers (41) for storage of long-term measuring and operational data, as well as documentation, are also connected.

Usually the substation is operated from a remote control center. Via network bridges and firewalls (42, 43) and a suitable data communication link (44) the LAN can be extended to the remote center, making all the substation's information, data and control facilities available in the remote LAN (45)

Even a laptop computer (48) could be used as an OWS, by connecting it to the LAN (39) via a suitable telecommunication link (47) to the firewall (42). This makes monitoring, diagnosis, and even operation of the substation possible from anywhere.

If such a laptop computer, or similar hand-held device, is connected via a wireless communication link, it is possible for a substation operator to walk around with it in the switchyard. He or she can then stop by a transformer, or a circuit breaker, or some other main circuit device, to inspect it visually, and he can simultaneously look at the device's documentation on-screen, check the circuit diagram with real time measuring values superimposed, check the maneuvering log, and so on.

In an HVDC or an HVDC light converter station in one end of a power transmission line there is usually a requirement for the control system to

communicate with the similar system in the other station in the other end of the power transmission line. To satisfy this demand, a Telecommunication Connection Board (49) can be connected to the PCI bus (21), opening one or more direct data communication channels (50) with the other station (51).

For large substations with numerous measuring and control signals, the interface channels can easily be multiplied and expanded, simply by adding more I/O racks, both in the switchyard (32) and in the control system (26). Each rack has room for a number of I/O units (33, 34, 27, 28), capable of handling more signals from (35) and to (36, 37) the process, transferring them via TDM (29) and CAN (30, 31) buses to and from added DSP units (24) in the main computer (19).

A real embodiment of the invention is illustrated in Figure 7, showing one pole of a large HVDC converter substation.

Another way of expanding the invention's embodiment is to use several control systems, interconnected via a common substation LAN. Figure 8 shows a real HVDC back-to-back converter station with four main computer systems, with associated I/O units and hierarchical networks, all interconnected via a common LAN. Even in a complicated control system like this, any signal still can easily be accessed in any node in the whole network, without need for additional wiring or units. This illustrates an important essence of the invention.

### 6.3 Functional parts descriptions

Below, functional parts that are novelty areas within the invention's scope, are explained in more detail.

#### 6.3.1 Pole Control and Protections for AC and DC side

All these functions are realized with software modules. All control and protection functions are created using a graphical, high-level block-programming language. After drawing a function's logical diagram, both the corresponding circuit diagram part and the low level computer program code are automatically generated. This minimizes the risk of mistyping program code characters and string syntax.

Control functions like power control, tap changer control and sequences are run in the main computer's CPU (Figure 6; 20). The Converter Firing Control and all protection functions are run in multiple Digital Signal Processors on extension units, (Figure 6; 22 and 24). In these units, the program code is stored in Flash PROM:s, meaning they can be programmed and re-programmed via the data bus without need to remove the units from their racks. Some I/O units (Figure 6; 6) also utilize DSP:s, which can be programmed and re-programmed the same way, via the data buses.

(Styckena 6.3.2 och 6.3.3 skrev jag före 6.2. Kanske interfacet är tillräckligt beskrivet i 6.2, så att nedanstående två stycken kan tas bort?)

### 6.3.2 Analog input/output interface

This function accomplishes isolation and level adjustment between the main circuitry and the control equipment for signals measuring current, voltage, cooling water temperature etc.

Some of these signals, like current and voltage, require very fast transmission into the control equipment, while other signals, like temperature, do not need that fast transmission. Depending on speed requirements, different signal processing and data transmission solutions are chosen.

All analog measuring signals are primarily processed in the I/O units and are converted to digital form.

For high-speed signals a Time Division Multiplexed (TDM) serial data bus is used to transfer the data into the main computer. This bus is capable of transferring more than 10 megabits per second, corresponding to 10 kilosamples per second or more. The bus is mono-directional and it is mostly used for transfer of analog measuring values into the main computer.

The remaining signals are transferred via a Control Area Network (CAN) with a speed less than 10 megabits per second.

### 6.3.3 Binary input/output interface

This function accomplishes isolation and level adjustment for status and maneuvering signals between the main circuit equipment, like breakers, disconnectors and tap changers, and the control equipment.

Status and maneuvering signals are already binary. No conversion is needed, only level adjustment.

These signals are transferred via the Control Area Network (CAN) with a speed less than 10 megabits per second. The transfer is bi-directional; that is, the CAN is capable both of receiving status signals and sending maneuvering signals.

### 6.3.4 Human/Machine Interface (HMI)

Compared to traditional HMI, the invention offers the substation operator on-line digital documentation of the entire substation and all its parts, including display of real-time values in circuit diagrams to facilitate monitoring of signals and trouble-shooting.

Since all events occurring in the substation are monitored and stored in a database, the invention also offers maintenance planning support. For example, a circuit breaker will need maintenance after a certain number of maneuvers. Breaking high currents will cause more wear of the contacts than breaking low currents. The system will track every single maneuver together with the current load at the breaking moment, and calculate the contact wear according to those parameters. When the contacts need maintenance, the system will automatically notify the operator.

## 7 CLAIMS

**Styrsystem för en substation**, med separata krav och kravklasser inriktade på att skydda

- ett styrsystem Mach 2 som innehåller ett flertal styrfunktioner, inkl styrning och skydd, underhåll, så väl som simulering, osv
  - metod för att styra en substation, inkl styrning, övervakning, reglering, skydd, underhåll, (inkl simulering), osv,
  - mjukvaror som ingår som genomföra stegen av den metoden,
  - användning av systemet, metoden, för att
    - styra system
    - skydda system
    - underhålla system
  - inkluderande av remote access, styrning, övervakning och underhåll
- (-att specificera, designa system kunde nämnas principiellt, bara. (med några fler detaljer i t ex 6. ))

En andra typ princip eller nyckel ansökan:

**2. Interface för en substation**, beskrivit för att skydda det allmänna interfacet av de höghastighets seriala signalerna iförda till en ända och tillgänglig punkt, definierad på ett sätt nog som inkluderar både mjukvaror och hårdvaror,

- interface som sammansättning (eller "nyckel+lås") av hård- och mjukvaror komponenter vilka kan då genomföra olika funktioner, möjligtvis bl a uppsättning av serialbussar, istället för ett antal olika kopplingskablage och ev blandade A+D signaltyper,
- sammansättning av de signalerna från olika mät- och styr funktioner,
- metod för att komma åt et flertal olika mätsignalerna genom en ända punkt,
- mjukvaror som används,
- användning av mjukvaror,
- signalerna, både "in och ut" eller in och/eller ut,



Doc. No & rev 00LI0833  
Class No  
Date 2000-11-16  
Issuer Peter Lindholm  
Dept. NP  
Phone  
E-mail  
Fax

## Memorandum

To: Michel Chamia, Hans Björklund, Nick Warren

Copy:

**Subject: Underlag för patentansökan Mach II**

## INLEDNING

Mach 2 är ett datorsystem för hela hanteringen av en strömriktarstation, alltifrån design och provning till drift och underhåll.

Sedan slutet av 1999 är det möjligt att i USA söka och få patent på mjukvarurelaterade uppfinningar. Detta dokument ska utgöra underlag för patentansökan.

Denna ytterligare utgåva är det första försöket att formulera ett konkret underlag för patentansökan, se avsnitt 6. Det som nu är avsnitt 6.1 – 6.1.3 är nyskrivet efter mötet 2000-11-21, men innan jag fick mallen för patentansökan från Nick Warren.

## ABB Power Systems

Postal Address	Visiting Address	Telephone	E-mail	VAT No
ABB Power Systems AB	Lyviksvägen 3	+46 240 782000	info.sepow@se.abb.com	SE556018072001
Box 700		Telefax		Registered Office

## Table of Contents

1	UTGÅNGSPUNKT .....	3
2	DEFINITIONER .....	4
3	JÄMFÖRELSE MED TIDIGARE KÄNDA SYSTEM.....	5
4	UTMÄRKANDE FÖR MACH II .....	6
5	BEFINTLIGA INNOVATIONER OCH PATENTANSÖKNINGAR AV BETYDELSE .....	7
6	ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING.....	8
6.1	Livscykelperspektiv.....	8
6.2	Processperspektiv .....	9
6.3	Tillämpningsfält .....	11
7	TÄNKBARA PATENTANSPRÅK.....	12
7.1	Full integration möjliggör "global" parameteråtkomst .....	12
7.2	Matris för skyddskoordinering .....	12
7.3	Åtkomst av information via handhållen dator, eller mobiltelefon .....	12
7.4	Realistisk provning gentemot simulator .....	12
7.5	Radikal minskning av mängden hårdvara .....	12
7.6	Elektronisk dokumentation med processvärden i realtid .....	12
7.7	Trådlös interface.....	12

## 1 UTGÅNGSPUNKT

Rubrik för en patentansökan för hela eller delar av systemet skulle kunna vara:

**“Integrering av funktioner inom skilda tillämpningsfält i en högspänd elektrisk (strömriktar)station medelst samverkande datorer i ett nätverk”.**

Ska vi säga “processorer” i stället för “datorer”? Teoretiskt skulle man kunna tänka sig ett Mach II med en enda dator(burk). Systemet måste dock innehålla mer än en processor, och alla ska samverka via nätverk.

## 2 DEFINITIONER

Med tillämpningsfält avser vi olika delprocesser under stationens livscykel. De kan skilja sig åt både i vilket skede av livscykeln de förekommer och hur de används.

Varje tillämpningsfält kan innehålla en eller flera funktioner som är mer eller mindre likartade och har individuella eller gemensamma uppgifter i stationen.

Exempel:

TILLÄMPNINGSFÄLT	FUNKTIONER
Skydd	AC: filterskydd, transformatorskydd, ... DC: filterskydd, överspänningsskydd, ...
Tyristorkontroll	
Ventilkontroll	
Strömriktarkontroll	
Stationskontroll	Sekvenser
Transient fault recording	
In/out digital/analog	
Man/maskin-gränssnitt	
Fjärrkontroll	
Underhåll	Planering Reservdelsförråd Rapportering av aktiviteter
Fjärrunderhåll	
Funktionell design (software)	Logiska moduler Delfunktionsblock Verktyg: HiDraw
Elektrisk design	
Simulering	
Provning	
Elektronisk dokumentation	

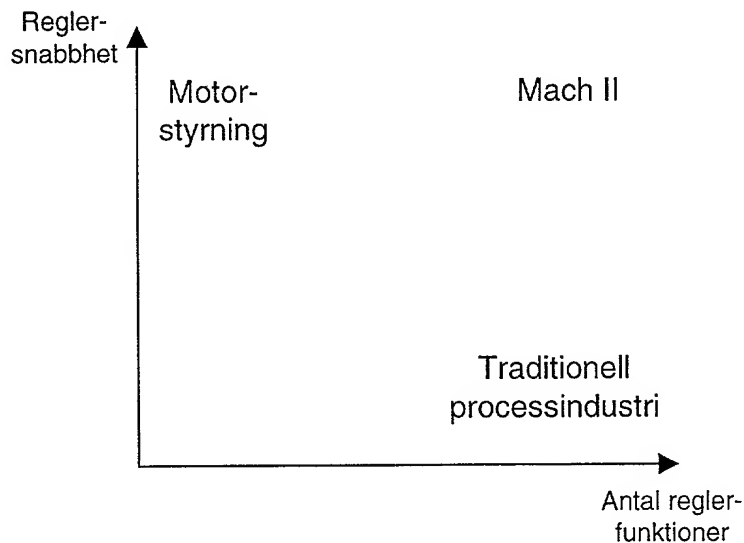


### 3 JÄMFÖRELSE MED TIDIGARE KÄNDA SYSTEM

Traditionella processreglersystem har många funktioner men oftast relativt långsamma, och rätt självständigt arbetande. Låg grad av integration mellan funktioner.

Motorstyrssystem är exempel på snabb reglering, men med ett fåtal funktioner.

Mach II kombinerar ett stort antal reglerfunktioner med mycket hög snabbhet och med mycket hög integration och samverkan mellan funktionerna. Snabbheten kan vara 10 000 gånger högre än i vanlig processindustri.

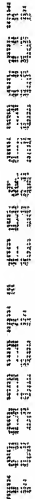


## 4 UTMÄRKANDE FÖR MACH II

- Öppet system – använder kommersiell standardhårdvara
- Skalbarhet från små till mycket stora stationer
- Flexibilitet – modulär mjukvara förenklar design och underlättar prov och simuleringar
- Kompatibilitet – mjukvaran körbar på framtida hårdvara med högre prestanda
- Avancerad internövervakning eliminerar behovet av schemalagt underhåll
- All information lätt tillgänglig i fjärreglercentral
- Digitalt lagrad, integrerad dokumentation
- Integrerad felföljdsskrivare (SER) och Transient Fault Recorder (TFR)
- All kommunikation mellan Mach II och huvudkretsapparater sker seriellt, vilket reducerar mängden kablage
- Långt driven integrering mellan olika delsystem och tillämpningsfält förenklar systemkonfiguration och utbyggnad
- Redundanta system möjliggör underhåll på standbysystemet samtidigt som det aktiva systemet är i drift
- Kompakt – volym och kostnad för hårdvara reducerad till en bråkdel jämfört med konventionella lösningar
- Färre kontaktövergångar ger högre tillförlitlighet

## 5 BEFINTLIGA INNOVATIONER OCH PATENTANSÖKNINGAR AV BETYDELSE

- Automatisk generering av kod från funktionsblock (innovation)
- Automatisk dokumentation (innovation)
- Direkt digitalsimulering mot kontrollutrustning (patentsökt)
- Multimedia för underhållsdelen (innovation)
- Möjlighet till fjärrunderhåll (innovation)
- Inbyggd dokumentation i stationsservern möjliggör access via radiolänk (innovation)
- Realtidsvisning av signalvärden i scheman (innovation)

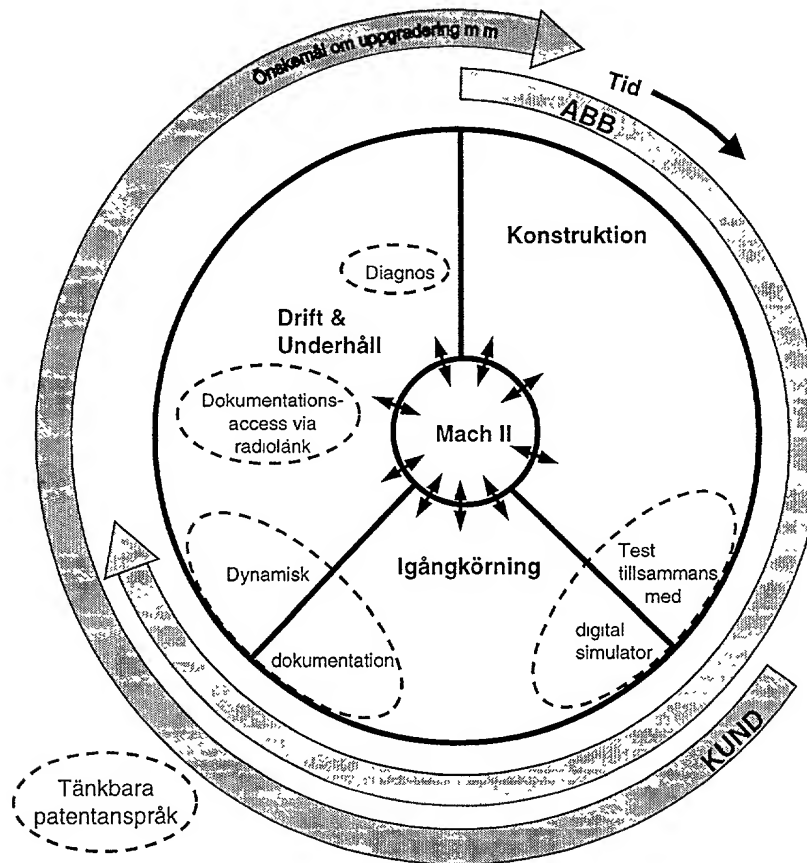


## 6 ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING

Man kan försöka synliggöra Mach II:s uppfinningshöjd från flera utgångspunkter.

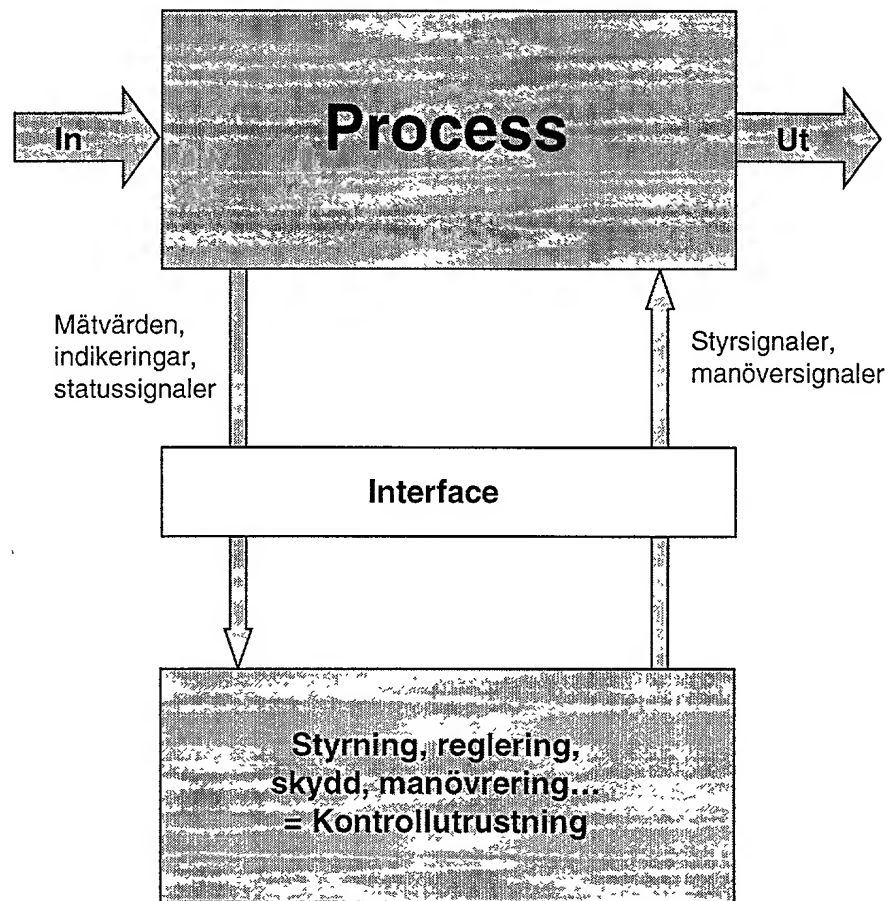
### 6.1 Livscykelperspektiv

En ansats är att illustrera hur Mach II:s tillämpningsområden är en oundgänglig del i hela stationens livscykel.



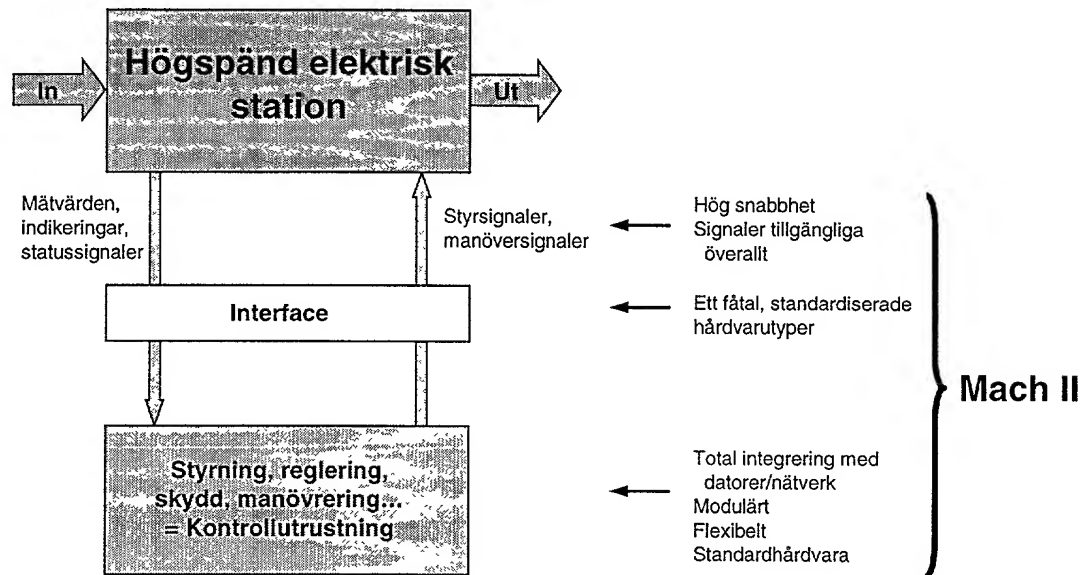
## 6.2 Processperspektiv

Generellt kan en process schematiseras enligt figuren nedan.

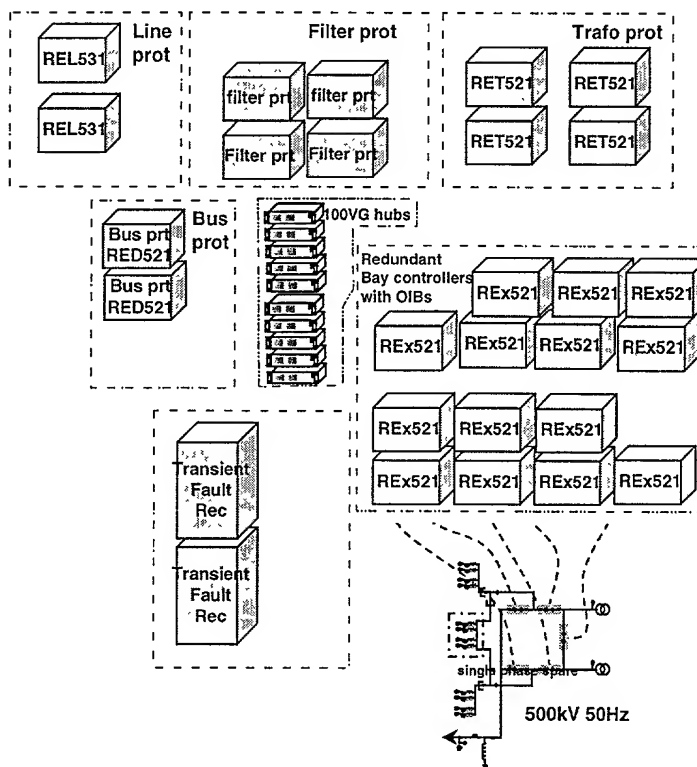


Detta gäller självfallet även i elkraftsammanhang, t ex för en kraftstation, ett ställverk eller en strömriktarstation.

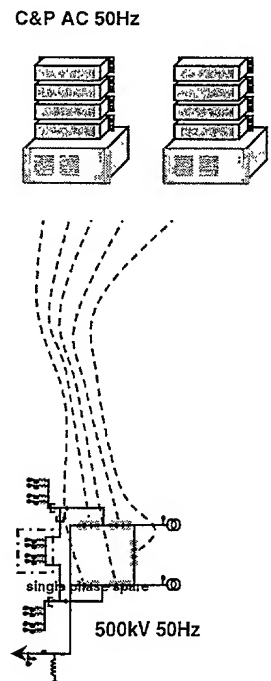
I en högspänd elektrisk station med Mach II blir bilden:



## Traditionell kontrollutrustning

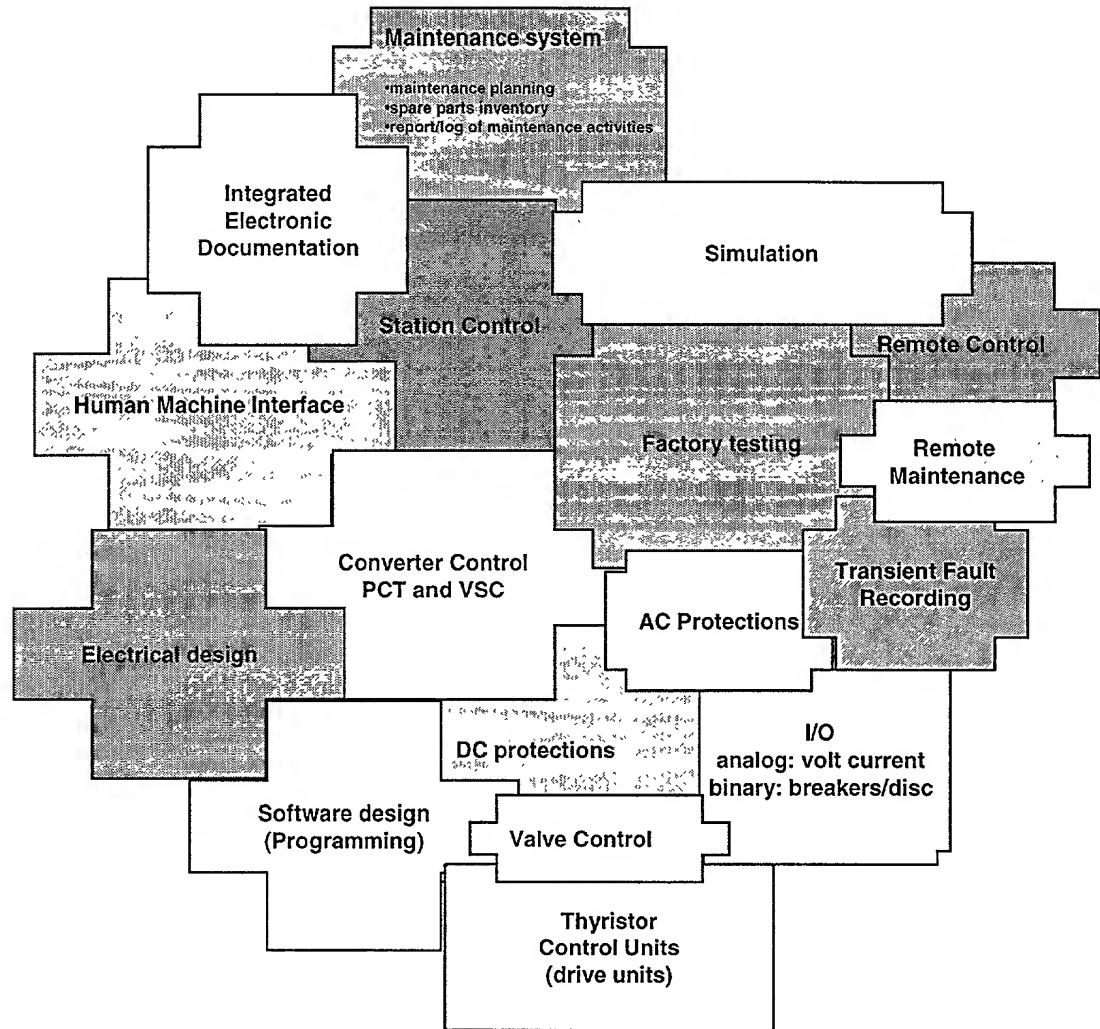


## Mach II



## 6.3 Tillämpningsfält

Om man gör en "karta" över tillämpningsfälten och deras ingående funktioner, kan man markera grupper av samverkande funktioner i olika tillämpningsfält; grupper som kan utgöra patentanspråk.



## 7 TÄNKBARA PATENTANSPRÅK

Under huvudpatentet skulle ett antal delanspråk kunna formuleras. De är angivna utan något system i ordningsföljden.

### 7.1 Full integration möjliggör "global" parameteråtkomst

Alla mät- och styrsignaler är varje ögonblick åtkomliga för vilken funktion som helst i datornätverket, vilket underlättar förbättringar och utbyggnader.

Samma gäller "historiska" data från SER och TFR.

### 7.2 Matris för skyddskoordinering

Skydden i en anläggning har en komplex samverkan som bl a innebär backup för varandra. Koordineringen för detta görs i en mjukvarumässig "kopplingstavla". Under provning kan man mycket enkelt inaktivera alla eller vissa beroenden med enkla musklick.

### 7.3 Åtkomst av information via handhållen dator, eller mobiltelefon

På plats vid en apparat i ställverket kan en operatör på den bärbara enhetens bildskärm se aktuella driftdata och deras historik (från SER och TFR), den del av kretsschemat där apparaten ingår, samt relevant dokumentation.

När datakommunikation via mobiltelefon utvecklats mer kan samma funktionalitet erhållas den vägen, dvs operatören kan se önskad information i sin mobiltelefon oavsett var han befinner sig.

### 7.4 Realistisk provning gentemot simulator

Kontrollutrustning uppbyggd med Mach II kan provas mot relätestare, EMTDC playback (RTPS), digital realtidssimulator (RTDS) eller analog simulator, eller kombinationer av dem. Även inspelade felfall från anläggningar i drift kan köras och analyseras, med möjlighet till stegning av programmen.

### 7.5 Radikal minskning av mängden hårdvara

Jämfört med alltigenom dedicerad hårdvara har mängden hårdvara i Mach II minskat med en faktor 10. I motsvarande grad har antalet kontaktövergångar minskat, vilket minskar montagetiden och ökar tillförlitligheten. Och därmed kostnaden!

Som sekundäreffekter får man mindre krav på reservdelslager och slipper helt, i kombination med redundanta system, schemalagda driftstopp för underhåll.

### 7.6 Elektronisk dokumentation med processvärden i realtid

I och med att dokumentationen för hela kontroll- och skyddsutrustningen finns i digital form i Mach II, kan man åstadkomma att aktuella värden på strömmar och spänningar, status på brytare etc visas i realtid i kretsschemat.

### 7.7 Trådlösa interface

Kablager mellan kontrollutrustning och ställverk är redan kraftigt reducerat i och med övergång från parallellförbindningar, där varje signal har sin egen ledare, till (fiberoptiska) seriella bussar där ett stort antal signaler överförs i varje ledare eller optisk fiber.



Nästa steg vore att ta bort dessa fysiska seriebussar helt och istället låta all kommunikation mellan kontrollutrustning och huvudkretsapparater gå via radiolänk, typ "Bluetooth", fast kraftigare och med längre räckvidd (några hundra meter). Detta ger följande fördelar:

- Ytterligare minskat kablage
- Flexibelt – lätt att lägga till ytterligare signaler
- Provning kan påbörjas utan väntan på kabeldragning



Doc. No & rev 00LI0833  
Class No  
Date 2000-11-16  
Issuer Peter Lindholm  
Dept. NP  
Phone  
E-mail  
Fax

## Memorandum

To: Michel Chamia, Hans Björklund, Nick Warren

Copy:

**Subject: Underlag för patentansökan Mach II**

### INLEDNING

Mach II är ett datorsystem för hela hanteringen av en strömriktarstation, alltifrån design och provning till drift och underhåll.

Sedan ca ett år är det möjligt att i USA söka och få patent på mjukvarurelaterade uppfinningar. Detta dokument ska utgöra underlag för patentansökan.

Denna första utgåva är i högsta grad preliminär ska ses som ett diskussionsunderlag.

## ABB Power Systems

<b>Postal Address</b>	<b>Visiting Address</b>	<b>Telephone</b>	<b>E-mail</b>	<b>VAT No</b>
ABB Power Systems AB	Lyviksvägen 3	+46 240 782000	info.sepow@se.abb.com	SE556018072001
Box 703	141 84 Jönköping	<b>Telefax</b>		Registered Office

## Table of Contents

1	UTGÅNGSPUNKT .....	3
2	DEFINITIONER .....	4
3	JÄMFÖRELSE MED TIDIGARE KÄNDA SYSTEM.....	5
4	UTMÄRKANDE FÖR MACH II.....	6
5	TIDIGARE INNOVATIONER OCH PATENTANSÖKNINGAR AV BETYDELSE .....	7
6	ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING.....	8
6.1	Livscykelperspektiv.....	8
6.2	Tillämpningsfält .....	9
7	TÄNKBARA PATENTANSPRÅK.....	10
7.1	Matris för skyddskoordinering .....	10

## 1 UTGÅNGSPUNKT

Rubrik för en patentansökan för hela eller delar av systemet skulle kunna vara:

**“Integrering av funktioner inom skilda tillämpningsfält i en högspänd elektrisk (strömriktar)station medelst samverkande datorer i ett nätverk”.**

Ska vi säga “processorer” i stället för “datorer”? Teoretiskt skulle man kunna tänka sig ett Mach II med en enda dator(burk). Systemet måste dock innehålla mer än en processor, och alla ska samverka via nätverk.

## 2 DEFINITIONER

Med tillämpningsfält avser vi olika delprocesser under stationens livscykel. De kan skilja sig åt både i vilket skede av livscykeln de förekommer och hur de används.

Varje tillämpningsfält kan innehålla en eller flera funktioner som är mer eller mindre likartade och har individuella eller gemensamma uppgifter i stationen.

Exempel:

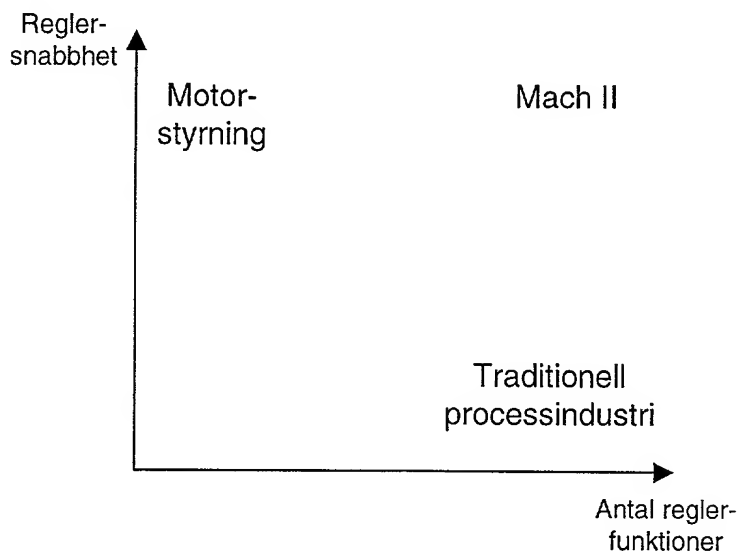
TILLÄMPNINGSFÄLT	FUNKTIONER
Skydd	AC: filterskydd, transformatorskydd, ... DC: filterskydd, överspänningsskydd, ...
Tyristorkontroll	
Ventilkontroll	
Strömriktarkontroll	
Stationskontroll	Sekvenser
Transient fault recording	
In/out digital/analog	
Man/maskin-gränssnitt	
Fjärrkontroll	
Underhåll	Planering Reservdelsförråd Rapportering av aktiviteter
Fjärrunderhåll	
Funktionell design (software)	Logiska moduler Delfunktionsblock Verktyg: HiDraw
Elektrisk design	
Simulering	
Provning	
Elektronisk dokumentation	

### 3 JÄMFÖRELSE MED TIDIGARE KÄNDA SYSTEM

Traditionella processreglersystem har många funktioner men oftast relativt långsamma, och rätt självständigt arbetande. Låg grad av integration mellan funktioner.

Motorstyrssystem är exempel på snabb reglering, men med ett fåtal funktioner.

Mach II kombinerar ett stort antal reglerfunktioner med mycket hög snabbhet och med mycket hög integration och samverkan mellan funktionerna. Snabbheten kan vara 10 000 gånger högre än i vanlig processindustri.



## 4 UTMÄRKANDE FÖR MACH II

- Öppet system – använder kommersiell standardhårdvara
- Skälbarhet från små till mycket stora stationer
- Flexibilitet – modulär mjukvara förenklar design och underlättar prov och simuleringar
- Kompatibilitet – mjukvaran körbar på framtida hårdvara med högre prestanda
- Avancerad internövervakning eliminerar behovet av schemalagt underhåll
- All information lätt tillgänglig i fjärreglercentral
- Digitalt lagrad, integrerad dokumentation
- Integrerad felföljdsskrivare (SER) och Transient Fault Recorder (TFR)
- All kommunikation mellan Mach II och huvudkretsapparater sker seriellt, vilket reducerar mängden kablage
- Långt driven integrering mellan olika delsystem och tillämpningsfält förenklar systemkonfiguration och utbyggnad
- Redundanta system möjliggör underhåll på standbysystemet samtidigt som det aktiva systemet är i drift
- Kompakt – volym och kostnad för hårdvara reducerad till en bråkdel jämfört med konventionella lösningar
- Färre kontaktövergångar ger högre tillförlitlighet

## 5 BEFINTLIGA INNOVATIONER OCH PATENTANSÖKNINGAR AV BETYDELSE

- Automatisk generering av kod från funktionsblock (innovation)
- Automatisk dokumentation (innovation)
- Direkt digitalsimulering mot kontrollutrustning (patentsökt)
- Multimedia för underhållsdelen (innovation)
- Möjlighet till fjärrunderhåll (innovation)
- Inbyggd dokumentation i stationsservern möjliggör access via radiolänk (innovation)
- Realtidsvisning av signalvärden i scheman (innovation)

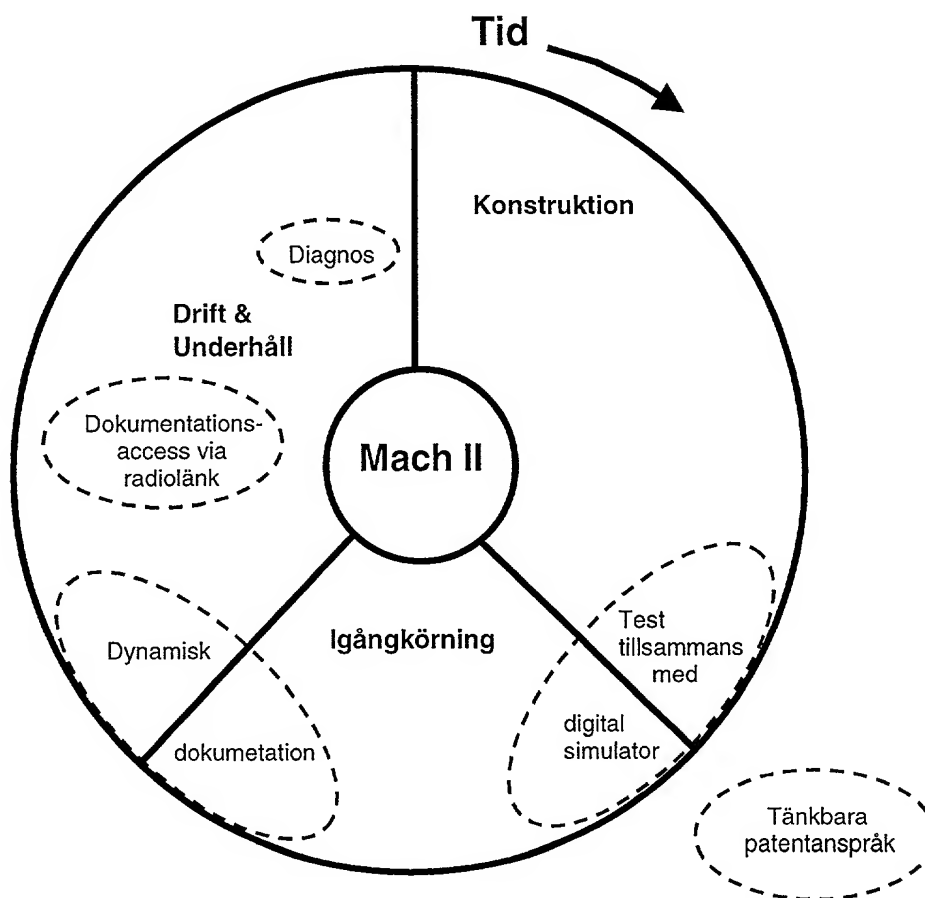


## 6 ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING

Man kan försöka synliggöra Mach II:s uppfinningshöjd från flera utgångspunkter.

### 6.1 Livscykelperspektiv

En ansats är att illustrera hur Mach II:s tillämpningsområden är en oundgänglig del i hela stationens livscykel.



## 6.2 Tillämpningsfält

Om man gör en "karta" över tillämpningsfälten och deras ingående funktioner, kan man markera grupper av samverkande funktioner i olika tillämpningsfält; grupper som kan utgöra patentanspråk.

## 7 TÄNKBARA PATENTANSPRÅK

Under huvudpatentet skulle ett antal delanspråk kunna formuleras. De är angivna utan något system i ordningsföljden.

### 7.1 Full integration möjliggör "global" parameteråtkomst

Alla mät- och styrsignaler är varje ögonblick åtkomliga för vilken funktion som helst i datornätverket, vilket underlättar förbättringar och utbyggnader.

Samma gäller "historiska" data från SER och TFR.

### 7.2 Matris för skyddskoordinering

Skydden i en anläggning har en komplex samverkan som bl a innebär backup för varandra. Koordineringen för detta görs i en mjukvarumässig "kopplingstavla". Under provning kan man mycket enkelt inaktivera alla eller vissa beroenden med enkla musklick.

### 7.3 Åtkomst av information via handhållen dator, eller mobiltelefon

På plats vid en apparat i ställverket kan en operatör på den bärbara enhetens bildskärm se aktuella driftdata och deras historik (från SER och TFR), den del av kretsschemat där apparaten ingår, samt relevant dokumentation.

När datakommunikation via mobiltelefon utvecklats mer kan samma funktionalitet erhållas den vägen, dvs operatören kan se önskad information i sin mobiltelefon oavsett var han befinner sig.

### 7.4 Realistisk provning gentemot simulator

Kontrollutrustning uppbyggd med Mach II kan provas mot relätestare, EMTDC playback (RTPS), digital realtidssimulator (RTDS) eller analog simulator, eller kombinationer av dem. Även inspelade felfall från anläggningar i drift kan köras och analyseras, med möjlighet till stegning av programmen.

### 7.5 Radikal minskning av mängden hårdvara

Jämfört med alltigenom dedicerad hårdvara har mängden hårdvara i Mach II minskat med en faktor 10. I motsvarande grad har antalet kontaktövergångar minskat, vilket minskar montagetiden och ökar tillförlitligheten. Och därmed kostnaden!

Som sekundäreffekter får man mindre krav på reservdelslager och slipper helt, i kombination med redundanta system, schemalagda driftstopp för underhåll.

### 7.6 Elektronisk dokumentation med processvärden i realtid

I och med att dokumentationen för hela kontroll- och skyddsutrustningen finns i digital form i Mach II, kan man åstadkomma att aktuella värden på strömmar och spänningar, status på brytare etc visas i realtid i kretsschemat.

## Memorandum

To: Michel Chamia, Hans Björklund, Nick Warren  
Copy:

**Subject: Patentansökan Mach 2**

### 1 TITLE

Integrering av funktioner inom skilda tillämpningsfält i en högspänd elektrisk station medelst samverkande datorer i nätverk.

### 2 TECHNICAL FIELD

Uppfinningen är primärt relaterad till en metod för att i en process i form av en högspänd elektrisk station med tillräcklig snabbhet utföra alla de funktioner inom tillämpningsfälten mätning, indikering, övervakning, styrning, reglering och skydd som är nödvändiga för att åstadkomma alla de olika varianter av drifttillstånd, dvs de varianter av elektriskt kraftflöde till, inom och från stationen, som specificerats för denna.

Uppfinningen är dessutom relaterad till en kompletterande metod för att i en process enligt ovan underlätta och tillgodose en rad stödkrav beträffande stationens utförande, tillämpningsfält och funktioner under hela stationens livscykel, innefattande konstruktion, simulering, provning, montage, dokumentation, handhavandeutbildning, "remote control and supervision" inklusive trådlös sådan, underhåll, reservdelsförsörjning, utbyggnad, uppgradering och förbättringar.

Uppfinningen innefattar också en anordning för att medelst kommersiellt tillgängliga, standarddatorer som samverkar via datornätverk eller databussar eller bådaddera, realisera både den primära och den kompletterande metoden enligt ovan. Med standarddator menas här en dator försedd med en eller flera kommersiellt tillgängliga mikroprocessorer (t ex Pentium II, III eller 4) samt ett eller flera kommersiellt tillgängliga operativsystem (t ex Windows NT, Linux eller Unix). Både elektriska, optiska och trådlösa datornätverk och databussar kan användas.

### 3 BACKGROUND ART

Högspända elektriska stationer med anordningar för att realisera den primära metoden enligt ovan har byggts och finns i drift sedan årtionden. Detta har dock krävt ett stort antal mer eller mindre dedicerade hårdvaruenheter, var och en speciellt konstruerad att utföra en eller ett fåtal funktioner inom varje tillämpningsområde, ibland delvis standardiserade

och med delar av funktionerna i mjukvara. Nödvändiga insignaler har distribuerats specifikt till de enheter som behöver dem.

En sådant sätt att realisera den primära metoden har krävt ett stort antal fysiska elektriska förbindningar mellan de olika enheterna och därmed ett stort antal kontaktpunkter, dvs ett omfattande kablage med termineringar, vilket har en direkt relation till processens tillförlitlighet.

Informationsutbytet mellan vissa av enheterna har på senare år börjat ske seriellt, t ex via databussar, vilket reducerat kablage och kontaktpunkter i viss utsträckning. Även i detta fall kopplas dock mätsignaler in till specifika användande enheter, t ex skydd. Därifrån kan de i vissa fall distribueras via bussen till en del andra användande enheter, men detta förutsätter att det fysiska avståndet mellan de användande enheterna inte är för stort.

Den kompletterande metoden enligt ovan har delvis kunnat realiseras genom en rad dedicerade lösningar, som dock har ingen eller ringa elektrisk, optisk, elektronisk eller informationsmässig integration med varandra eller med stationens kontroll- och skyddsutrustning.

## 4 SUMMARY

Syftet med uppfinningen är att tillhandahålla en metod enligt inledningen av denna beskrivning; en metod vilken tillgodoser de angivna kraven i en högspänd elektrisk station utan de nackdelar som tidigare kända lösningar medför; samt en anordning för att realisera denna metod.

Enligt uppfinningen innebär metoden att alla eller nästan alla funktioner inom de olika tillämpningsfälten, både de primära och de kompletterande, med förs samman, integreras och hanteras i en och samma informationsmässiga miljö, vilken utgörs av kommersiellt tillgängliga standarddatorer och standardprocessorer som samverkar via datornätverk eller seriella databussar eller bådadera. Karakteristiskt är att informationen i denna miljö kan förmedlas mellan de anslutna enheterna med tillräcklig snabbhet, typiskt på kortare tid än en millisekund.

Informationen i denna miljö utgörs av

- insignaler från processen för mätvärden och indikeringar
- manuella eller automatiska bör-värden från processoperatören
- algoritmer i form av, eller inrymda i, mjukvarurealiserade block, moduler eller objekt, för att ur detta beräkna nödvändiga reglersignaler för processen
- därav resulterande utsignaler till processen i form av styrsignaler och manövreringsordrar
- lagrade signaler och värden enligt ovan (historiska data)
- algoritmer i form av, eller inrymda i, mjukvarurealiserade block, moduler eller objekt, för simulering av alla driftförhållanden som kan förekomma inom stationen, även inkluderande beräknade förhållanden efter framtida utbyggnad, förändring eller komplettering av stationen
- mjukvarurealiserade block, moduler eller objekt, för att finna, analysera och korrigera ursprungliga eller uppkomna fel i befintlig programkod; även benämnt avlusning (debugging)
- digitalt framställd och digitalt lagrad dokumentation såsom kretsschema, kopplingsschema, apparatlista, operatörsmanual, underhållsinstruktion
- mjukvarumässiga kopplingar mellan signaler och dokumentation för att visa önskade signalvärden i digitala principschemor, enlinjeschemor, logiska shemor, kopplingsschemor och liknande
- algoritmer i form, av eller inrymda i, mjukvarurealiserade block, moduler eller objekt, för att ur ovanstående beräkna när processens huvudkretsapparater behöver underhåll

Genom att all denna information ständigt finns tillgänglig för alla ingående delsystem är metoden och dess realisering oerhört flexibel och medger införande av förändringar och förbättringar utan krav på installation eller ändring av elektriska förbindningar eller installation av ny hårdvara. Därmed är det lätt lägga till nya funktioner utan att behöva ta hänsyn till den fysiska placeringen inom stationen. Vidare möjliggör detta helt nya

funktioner, ej tidigare realiserade i någon form, nu möjliga enbart tack vare att alla signaler finns samlat och omedelbart tillgängliga.

Genom att metoden och dess realisering medför en drastisk minskning av kablage mellan stationens olika delar, och därmed åtföljande minskning av antalet kontaktpunkter, erhålls en väsentlig förbättring av tillförlitligheten. Kostnaden för kablagen och dess förläggning och montage minskas också.

Genom att metoden är realiserad med kommersiellt tillgänglig standardhårdvara låter sig systemet enkelt uppgraderas utan krav på modifieringar av mjukvaran. Detta medför att framtida prestandaförbättringar av mikroprocessorer kommer denna uppfinnings hela metod och dess hela realisering tillgodo genom uppgradering enbart med nya processorer.

Den ökade beräkningskapacitet som blir tillgänglig i systemet efter varje hårdvaruuppgradering enligt ovan ger utrymme att integrera nya funktioner i systemet enbart genom tillägg av ny mjukvara för dessa funktioner.

## 5 BRIEF DESCRIPTION OF DRAWINGS

The invention will be explained in greater detail by description of embodiments with reference to the accompanying drawings, wherein

- Figure 1 illustrates the reduction of the amount of hardware needed for operation of a high voltage converter substation when more and more functions are integrated according to the invention's method,
- Figure 2 shows in a perspicuous way how the invention integrates a great number of control and protection functions in a high voltage substation,
- Figure 3 illustrates the invention's relevance to the entire life cycle of the substation, thus realizing both the primary and the supplementary method,
- Figure 4 shows, by examples, the logical principle for the hitherto known embodiment of a method for exchanging and handling signals between the process and the control and protection system in a high voltage converter substation,
- Figure 5 shows, by examples, the logical principle for the invention's embodiment of a method for exchanging and handling signals between the process and the control and protection system in a high voltage converter substation, collecting and bringing together all information in a common environment consisting of interconnected networks and buses, thus making all signals available to all parts of the system without the need of dedicated wiring,
- Figure 6 shows, by examples, a physical realization of the invention's method for exchanging and handling signals between the process and the control and protection system in a high voltage converter substation, collecting and bringing together all information in a common environment consisting of interconnected networks and buses, thus making all signals available to all parts of the system without the need of dedicated wiring,
- Figure 7 shows a simplified diagram for a high voltage converter station realized with the invention, and
- Figure 8 shows an overview of a large back-to-back HVDC converter substation, illustrating how several control systems can be interconnected via a common substation LAN, making access to any signal possible in any part of the substation .

## 6 DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

The invention is not limited to the embodiments shown and described but a plurality of modifications are feasible within the scope of the inventive concept.

### 6.1 Overview

A typical embodiment of the invention includes all functions needed for a HVDC converter substation. Such an embodiment consists of the following functional parts to realize the primary method:

- Station control
- Pole Control
- Converter Control
- Valve Control
- Thyristor Control Units
- Protections for AC and DC side
- Analogue input/output interface between the embodiment and the main circuitry for measuring current, voltage, temperature etc
- Binary input/output interface between the embodiment and the main circuitry for detecting status signals from, and sending maneuvering signals to, breakers, disconnectors etc
- Human/Machine Interface (HMI)
- Monitoring and Supervision facilities
- Telecommunication
- Remote Control Interface

All vital primary functions are usually doubled for highest possible reliability, with one system active and the other running standby, ready to rapidly take over the active control when a fault in the active system is detected. This principle is prior art, though, and it will not be discussed further in this description.

The typical embodiment of the invention also includes the following functional parts to realize the supplementary method:

- Tools for Electrical Design
- Software Design tools (graphical, modular and programming), including code generation from block diagrams and also including graphical debugging
- Simulation Tools
- Resources for Factory Testing assistance
- Sequential Events Recorder (SER) for binary signals



- Transient Fault Recorder (TFR) for analogue signals
- Integrated Electronic Documentation
- Maintenance System, including maintenance planning, spare parts inventory and report/log of maintenance activities

Those of the functional parts mentioned above, that constitute the invention's novelty, are described in greater detail further on in this chapter.

To physically embody the functions, a set of hardware and a set of software are required.

Typically, the following hardware would be needed:

- A number of modular interface units to convey signals between the main circuitry of the substation and the central hardware
- One or more commercially available standard computers, constituting the heart of the system, called main computers
- A number of electrical, optical or wireless, standard serial data buses to convey information between interface units and main computers
- A number of modular extension boards with Digital Signal Processors, providing ultra-fast calculation capability, needed for certain measured signals, and for some control and protection functions
- A couple of electrical, optical or wireless, standard computer networks and data buses to convey information between different parts of the invention's embodiment
- Mechanical racks and cubicles suitable to house the above interface, bus, network and main computer hardware
- Equipment for Human/Machine Interface (HMI), consisting of data display units such as Cathode Ray Tubes (CRT), plasma displays, LCD displays; the equipment also consisting of devices for outputting information on paper, such as laser or ink printers and plotters; the equipment also consisting of operator input devices such as keyboards, touch sensitive displays, or voice command input arrangements. All input and output devices could be connected to the system via electrical or optical wires, or wirelessly, for example by radio or infrared links.

Typically, the following software would be needed:

- An operating system, such as Windows NT, Unix or Linux, running in the computers included in the invention's embodiment
- Appropriate software needed to operate, handle and monitor all data buses and data networks in the system, if not included in the operating system above
- A graphic, modular programming tool for design, testing, code generation, and debugging of all functions in all application fields of the invention
- A compiling software program capable of converting the created functional modules and their logical interconnections to appropriate

program code in the format needed to run and execute the same functions in all processors included in the invention's embodiment

- Appropriate software to simulate both main circuit equipment and AC and DC networks in order to make possible to test the performance of all control and protection functions included in the invention's embodiment before or instead of using it in real operation

## 6.2 Detailed description

Figure 6 shows a detailed description of the invention, and it will be thoroughly explained further on in this chapter. The preceding Figures are used to introduce and convey the general idea of the invention.

Figure 1 illustrates how the development of microelectronics has lead to, and made possible, the invention's high level of functional integration and the consequential reduction of physical housing and wiring.

Figure 2 shows, in a general and very simplified block diagram, that the invention integrates a great number of interface, control and protection functions in a high voltage substation.

The interface is built using a few standardized, modular, programmable units housed in standard circuit board racks. The I/O units communicate with the control equipment via medium or high-speed serial data buses.

In the control and protection block all functions are realized by using programmable, software modules, giving an extremely flexible solution which allows easy modifications and additions of the different control and protection functions.

Figure 3 shows that, in addition to the above-mentioned, the invention also covers the embodiment of a number of supplementary application fields and functions during the substation's entire life cycle, such as design, testing, simulation, maintenance, documentation, and upgrading.

The purpose of Figures 4 and 5 is to show the difference between prior art and the invention, regarding the method to realize control equipment and interface for a high voltage electrical substation.

In the traditional realization of Control and Protection, according to Figure 4, every measuring signal, status signal, maneuvering signal, and so on, has its own interface unit, and a dedicated wire, or dedicated channel in a serial bus, to transfer the signal to or from the control equipment. In the Control Equipment, every signal is treated by a dedicated unit, for protection, or firing control etc. If more than one unit need the same measuring signal, for example DC current, it is probable that a new, separate measuring chain from the main circuit measuring unit and through the interface and the wire or connection, must be established for each unit needing the same signal. Sometimes the same signal can be used by more than one unit, provided the units are not located too far from each other, but in most cases this is not possible.

The drawbacks of this traditional method are an extensive set of measuring devices, an extensive set of dedicated interface units, extensive wiring between interface and control equipment, and an extensive set of dedicated units for performing all the control and protection functions. In addition, this

solution is not flexible, since practically every change in, or addition of, a control or protection function brings about installation of new hardware and/or wiring.

In the invention's realization of Interface units and Control and Protection functions, according to Figure 5, all those drawbacks are eliminated or minimized. Every significant main circuit parameter is measured or monitored only in one point each, and the corresponding values are transferred to and from the control and protection functions via a standardized interface and a system of interconnected networks and buses. In this network and bus system, every signal is available to every control and protection function that need them, presently or in the future, without the need for installation of new measuring devices, new interfaces or new wiring.

Furthermore, all control and protection functions are realized by software modules, easily programmable, using a high-level graphical interface which automatically converts the human way of specifying the functions with readily understandable and interpretable, logical block diagrams, to computer program code. The automatic compilation also eliminates the risk of typing errors.

Figure 6 is used to give a more detailed description of the invention's embodiment of the primary method. The starting point is the process (1), consisting of an electrical power flow into (2), and a corresponding flow out of (3), a high voltage substation.

The process includes a set of main circuit apparatus to control the power flow in different ways, like stopping, starting, regulating, reducing and reversing it in a number of operational modes to fulfill the specified requirements of the substation. The main circuit devices can be transformers, converters, circuit breakers, disconnectors, arresters, filters, reactors, coolers and other high voltage equipment. All this is well-known prior art and it is not further dealt with in this description.

To control and protect the process and its main circuit equipment, a number of its parameters must be measured and transferred to the control and protection system. Another set of signals must be returned to the process to control and operate main circuit apparatus like converters, tap changers and breakers.

All important analog parameters like ac and dc current, ac and dc voltage, and temperatures, are measured. The output from each measuring unit (8) is connected to a standardized analog interface or I/O unit (6). These units are equipped with Digital Signal Processors (DSP), being capable of receiving a number of analog signals and converting them to digital representation (a method known as sampling) with enough speed and resolution. A number of I/O units are placed in a standard rack (5), which, if suitable, could be enclosed in a box located in the switchyard, close to the measuring devices.

Another type of I/O units (7) is used to receive binary signals, like positions of breakers, disconnectors and tap changers. Such units are bi-directional and are also capable of sending maneuvering signals (10) to main circuit devices like breakers or tap changers.

The transfer of signals between I/O racks located in the switchyard, and the control and protection system, is accomplished by different kinds of serial data buses. For sampled analog signals with high band-width requirements, over 10 Mbit per second, a Time Division Multiplexed (TDM) bus (15) could be used. This bus is mono-directional. Examples of signals requiring high-speed transfer are current and voltage.

For sampled analog signals with speed requirements below 10 Mbit per second, and binary signals, a Control Area Network (CAN, ISO standard 11898) is used (16). This bus is bi-directional. Examples of such signals are temperature, breaker and tap changer position.

The control and protection equipment hardware consists of at least one I/O rack (12), equipped with an appropriate set of I/O units (13,14), and a main computer (19) including at least one extension board with Digital Signal Processors (DSP)(22). The I/O rack and the extension unit are connected via a multi-polar cable (23). The internal data communication and signal transfer within the main computer utilizes a standard parallel back plane bus (PCI) (21).

The above-mentioned hierarchy of interface units, data buses and networks, constitutes a complete signal path between the process and the central processing units. Note that an I/O unit (14) can, if considered appropriate, communicate directly with the process, receiving measuring or status signals (17) and sending maneuvering signals (18), without having to pass through I/O units located in the switchyard (6,7). This is another example of the flexibility of the invention's embodiment.

To complete the general availability of all signals and data within the whole system of the embodiment, the PCI bus (21) also has a Network Communication Board connected to it. This board is capable of transferring data between the PCI bus and a Local Area Network (LAN, adhering to Ethernet Standard, IEEE 802.3)(39), to which Operator Workstations (OWS)(40), and servers (41) for storage of long-term measuring and operational data, as well as documentation, are also connected.

Usually the substation is operated from a remote control center. Via network bridges and firewalls (42, 43) and a suitable data communication link (44) the LAN can be extended to the remote center, making all the substation's information, data and control facilities available in the remote LAN (45)

Even a laptop computer (48) could be used as an OWS, by connecting it to the LAN (39) via a suitable telecommunication link (47) to the firewall (42). This makes monitoring, diagnosis, and even operation of the substation possible from anywhere.

If such a laptop computer, or similar hand-held device, is connected via a wireless communication link, it is possible for a substation operator to walk around with it in the switchyard. He or she can then stop by a transformer, or a circuit breaker, or some other main circuit device, to inspect it visually, and he can simultaneously look at the device's documentation on-screen, check the circuit diagram with real time measuring values superimposed, check the maneuvering log, and so on.

In an HVDC or an HVDC light converter station in one end of a power transmission line there is usually a requirement for the control system to

communicate with the similar system in the other station in the other end of the power transmission line. To satisfy this demand, a Telecommunication Connection Board (49) can be connected to the PCI bus (21), opening one or more direct data communication channels (50) with the other station (51).

For large substations with numerous measuring and control signals, the interface channels can easily be multiplied and expanded, simply by adding more I/O racks, both in the switchyard (32) and in the control system (26). Each rack has room for a number of I/O units (33, 34, 27, 28), capable of handling more signals from (35) and to (36, 37) the process, transferring them via TDM (29) and CAN (30, 31) buses to and from added DSP units (24) in the main computer (19).

A real embodiment of the invention is illustrated in Figure 7, showing one pole of a large HVDC converter substation.

Another way of expanding the invention's embodiment is to use several control systems, interconnected via a common substation LAN. Figure 8 shows a real HVDC back-to-back converter station with four main computer systems, with associated I/O units and hierarchical networks, all interconnected via a common LAN. Even in a complicated control system like this, any signal still can easily be accessed in any node in the whole network, without need for additional wiring or units. This illustrates an important essence of the invention.

## 6.3 Functional parts descriptions

Below, functional parts that are novelty areas within the invention's scope, are explained in more detail.

### 6.3.1 Pole Control and Protections for AC and DC side

All these functions are realized with software modules. All control and protection functions are created using a graphical, high-level block-programming language. After drawing a function's logical diagram, both the corresponding circuit diagram part and the low level computer program code are automatically generated. This minimizes the risk of mistyping program code characters and string syntax.

Control functions like power control, tap changer control and sequences are run in the main computer's CPU (Figure 6; 20). The Converter Firing Control and all protection functions are run in multiple Digital Signal Processors on extension units, (Figure 6; 22 and 24). In these units, the program code is stored in Flash PROM:s, meaning they can be programmed and re-programmed via the data bus without need to remove the units from their racks. Some I/O units (Figure 6; 6) also utilize DSP:s, which can be programmed and re-programmed the same way, via the data buses.

(Styckena 6.3.2 och 6.3.3 skrev jag före 6.2. Kanske interfacet är tillräckligt beskrivet i 6.2, så att nedanstående två stycken kan tas bort?)

### 6.3.2 Analog input/output interface

This function accomplishes isolation and level adjustment between the main circuitry and the control equipment for signals measuring current, voltage, cooling water temperature etc.

Some of these signals, like current and voltage, require very fast transmission into the control equipment, while other signals, like temperature, do not need that fast transmission. Depending on speed requirements, different signal processing and data transmission solutions are chosen.

All analog measuring signals are primarily processed in the I/O units and are converted to digital form.

For high-speed signals a Time Division Multiplexed (TDM) serial data bus is used to transfer the data into the main computer. This bus is capable of transferring more than 10 megabits per second, corresponding to 10 kilosamples per second or more. The bus is mono-directional and it is mostly used for transfer of analog measuring values into the main computer.

The remaining signals are transferred via a Control Area Network (CAN) with a speed less than 10 megabits per second.

### 6.3.3 Binary input/output interface

This function accomplishes isolation and level adjustment for status and maneuvering signals between the main circuit equipment, like breakers, disconnectors and tap changers, and the control equipment.

Status and maneuvering signals are already binary. No conversion is needed, only level adjustment.

These signals are transferred via the Control Area Network (CAN) with a speed less than 10 megabits per second. The transfer is bi-directional; that is, the CAN is capable both of receiving status signals and sending maneuvering signals.

### 6.3.4 Human/Machine Interface (HMI)

Compared to traditional HMI, the invention offers the substation operator on-line digital documentation of the entire substation and all its parts, including display of real-time values in circuit diagrams to facilitate monitoring of signals and trouble-shooting.

Since all events occurring in the substation are monitored and stored in a database, the invention also offers maintenance planning support. For example, a circuit breaker will need maintenance after a certain number of maneuvers. Breaking high currents will cause more wear of the contacts than breaking low currents. The system will track every single maneuver together with the current load at the breaking moment, and calculate the contact wear according to those parameters. When the contacts need maintenance, the system will automatically notify the operator.

## 7 CLAIMS

**Styrsystem för en substation**, med separata krav och kravklasser inriktade på att skydda

- ett styrsystem Mach 2 som innehåller ett flertal styrfunktioner, inkl styrning och skydd, underhåll, så väl som simulering, osv
  - metod för att styra en substation, inkl styrning, övervakning, reglering, skydd, underhåll, (inkl simulering), osv,
  - mjukvaror som ingår som genomföra stegen av den metoden,
  - användning av systemet, metoden, för att
    - styra system
    - skydda system
    - underhålla system
  - inkluderande av remote access, styrning, övervakning och underhåll
- (-att specificera, designa system kunde nämnas principiellt, bara. (med några fler detaljer i t ex 6. ))

En andra typ princip eller nyckel ansökan:

**2. Interface för en substation**, beskrivit för att skydda det allmänna interfacet av de höghastighets seriala signalerna iförda till en ända och tillgänglig punkt, definierad på ett sätt nog som inkluderar både mjukvaror och hårdvaror,

- interface som sammansättning (eller "nyckel+lås") av hård- och mjukvaror komponenter vilka kan då genomföra olika funktioner, möjligtvis bl a uppsättning av serialbussar, istället för ett antal olika kopplingskablage och ev blandade A+D signaltyper,
- sammansättning av de signalerna från olika mät- och styr funktioner,
- metod för att komma åt et flertal olika mätsignalerna genom en ända punkt,
- mjukvaror som används,
- användning av mjukvaror,
- signalerna, både "in och ut" eller in och/eller ut,

Doc. No & rev 00LI0833  
 Class No  
 Date 2000-11-16  
 Issuer Peter Lindholm  
 Dept. NP  
 Phone  
 E-mail  
 Fax

## Memorandum

To: Michel Chamia, Hans Björklund, Nick Warren

Copy:

**Subject: Underlag för patentansökan Mach II**

### INLEDNING

Mach 2 är ett datorsystem för hela hanteringen av en strömriktarstation, alltifrån design och provning till drift och underhåll.

Sedan slutet av 1999 är det möjligt att i USA söka och få patent på mjukvarurelaterade uppfinningar. Detta dokument ska utgöra underlag för patentansökan.

Denna ytterligare utgåva är det första försöket att formulera ett konkret underlag för patentansökan, se avsnitt 6. Det som nu är avsnitt 6.1 – 6.1.3 är nyskrivet efter mötet 2000-11-21, men innan jag fick mallen för patentansökan från Nick Warren.

## ABB Power Systems

Postal Address	Visiting Address	Telephone	E-mail	VAT No
ABB Power Systems AB	Lyviksvägen 3	+46 240 782000	info.sepow@se.abb.com	SE556018072001
				Registered Office



# Table of Contents

1	UTGÅNGSPUNKT .....	3
2	DEFINITIONER .....	4
3	JÄMFÖRELSE MED TIDIGARE KÄNDA SYSTEM.....	5
4	UTMÄRKANDE FÖR MACH II.....	6
5	BEFINTLIGA INNOVATIONER OCH PATENTANSÖKNINGAR AV BETYDELSE .....	7
6	ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING.....	8
6.1	Livscykelperspektiv.....	8
6.2	Processperspektiv .....	9
6.3	Tillämpningsfält .....	11
7	TÄNKBARA PATENTANSPRÅK.....	12
7.1	Full integration möjliggör "global" parameteråtkomst .....	12
7.2	Matris för skyddskoordinering .....	12
7.3	Åtkomst av information via handhållen dator, eller mobiltelefon.....	12
7.4	Realistisk provning gentemot simulator .....	12
7.5	Radikal minskning av mängden hårdvara .....	12
7.6	Elektronisk dokumentation med processvärden i realtid .....	12
7.7	Trådlös interface.....	12

## 1 UTGÅNGSPUNKT

Rubrik för en patentansökan för hela eller delar av systemet skulle kunna vara:

**“Integrering av funktioner inom skilda tillämpningsfält i en högspänd elektrisk (strömriktar)station medelst samverkande datorer i ett nätverk”.**

Ska vi säga “processorer” i stället för “datorer”? Teoretiskt skulle man kunna tänka sig ett Mach II med en enda dator(burk). Systemet måste dock innehålla mer än en processor, och alla ska samverka via nätverk.

## 2 DEFINITIONER

Med tillämpningsfält avser vi olika delprocesser under stationens livscykel. De kan skilja sig åt både i vilket skede av livscykeln de förekommer och hur de används.

Varje tillämpningsfält kan innehålla en eller flera funktioner som är mer eller mindre likartade och har individuella eller gemensamma uppgifter i stationen.

Exempel:

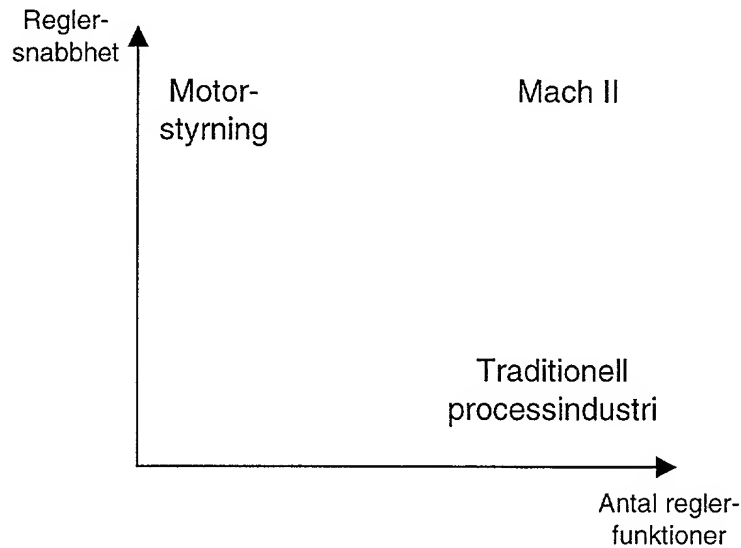
TILLÄMPNINGSFÄLT	FUNKTIONER
Skydd	AC: filterskydd, transformatorskydd, ... DC: filterskydd, överspänningsskydd, ...
Tyristorkontroll	
Ventilkontroll	
Strömriktarkontroll	
Stationskontroll	Sekvenser
Transient fault recording	
In/out digital/analog	
Man/maskin-gränssnitt	
Fjärrkontroll	
Underhåll	Planering Reservdelsförråd Rapportering av aktiviteter
Fjärrunderhåll	
Funktionell design (software)	Logiska moduler Delfunktionsblock Verktyg: HiDraw
Elektrisk design	
Simulering	
Provning	
Elektronisk dokumentation	

### 3 JÄMFÖRELSE MED TIDIGARE KÄNDA SYSTEM

Traditionella processreglersystem har många funktioner men oftast relativt långsamma, och rätt självständigt arbetande. Låg grad av integration mellan funktioner.

Motorstyrssystem är exempel på snabb reglering, men med ett fåtal funktioner.

Mach II kombinerar ett stort antal reglerfunktioner med mycket hög snabbhet och med mycket hög integration och samverkan mellan funktionerna. Snabbheten kan vara 10 000 gånger högre än i vanlig processindustri.



## 4 UTMÄRKANDE FÖR MACH II

- Öppet system – använder kommersiell standardhårdvara
- Skalbarhet från små till mycket stora stationer
- Flexibilitet – modulär mjukvara förenklar design och underlättar prov och simuleringar
- Kompatibilitet – mjukvaran körbar på framtida hårdvara med högre prestanda
- Avancerad internövervakning eliminerar behovet av schemalagt underhåll
- All information lätt tillgänglig i fjärreglercentral
- Digitalt lagrad, integrerad dokumentation
- Integrerad felföljdsskrivare (SER) och Transient Fault Recorder (TFR)
- All kommunikation mellan Mach II och huvudkretsapparater sker seriellt, vilket reducerar mängden kablage
- Långt driven integrering mellan olika delsystem och tillämpningsfält förenklar systemkonfiguration och utbyggnad
- Redundanta system möjliggör underhåll på standbysystemet samtidigt som det aktiva systemet är i drift
- Kompakt – volym och kostnad för hårdvara reducerad till en bråkdel jämfört med konventionella lösningar
- Färre kontaktövergångar ger högre tillförlitlighet

## 5 BEFINTLIGA INNOVATIONER OCH PATENTANSÖKNINGAR AV BETYDELSE

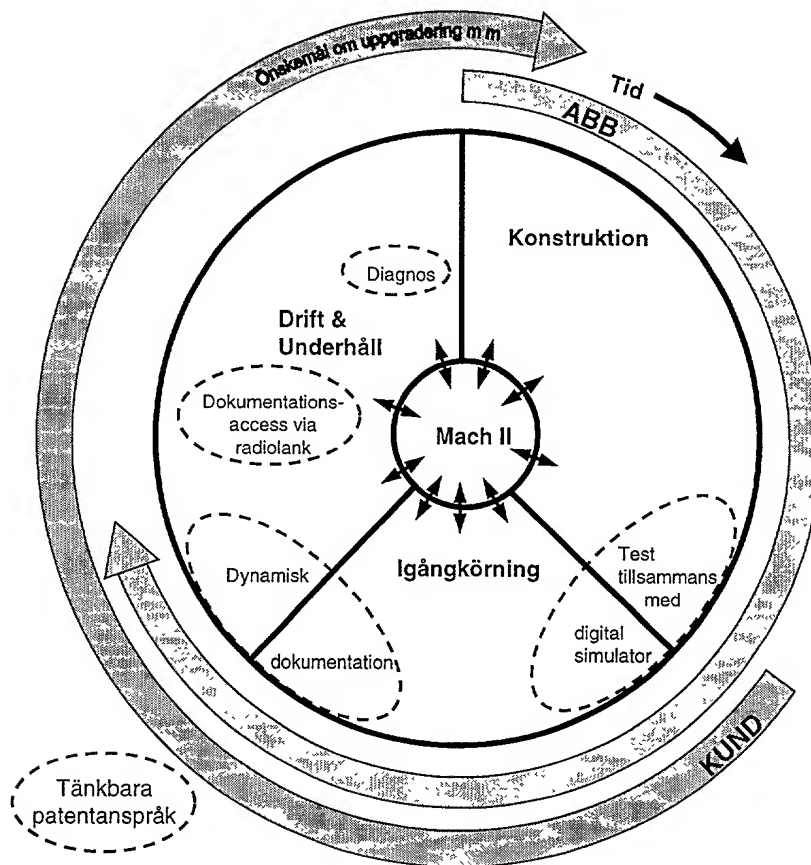
- Automatisk generering av kod från funktionsblock (innovation)
- Automatisk dokumentation (innovation)
- Direkt digitalsimulering mot kontrollutrustning (patentsökt)
- Multimedia för underhållsdelen (innovation)
- Möjlighet till fjärrunderhåll (innovation)
- Inbyggd dokumentation i stationsservern möjliggör access via radiolänk (innovation)
- Realtidsvisning av signalvärden i scheman (innovation)

## 6 ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING

Man kan försöka synliggöra Mach II:s uppfinningshöjd från flera utgångspunkter.

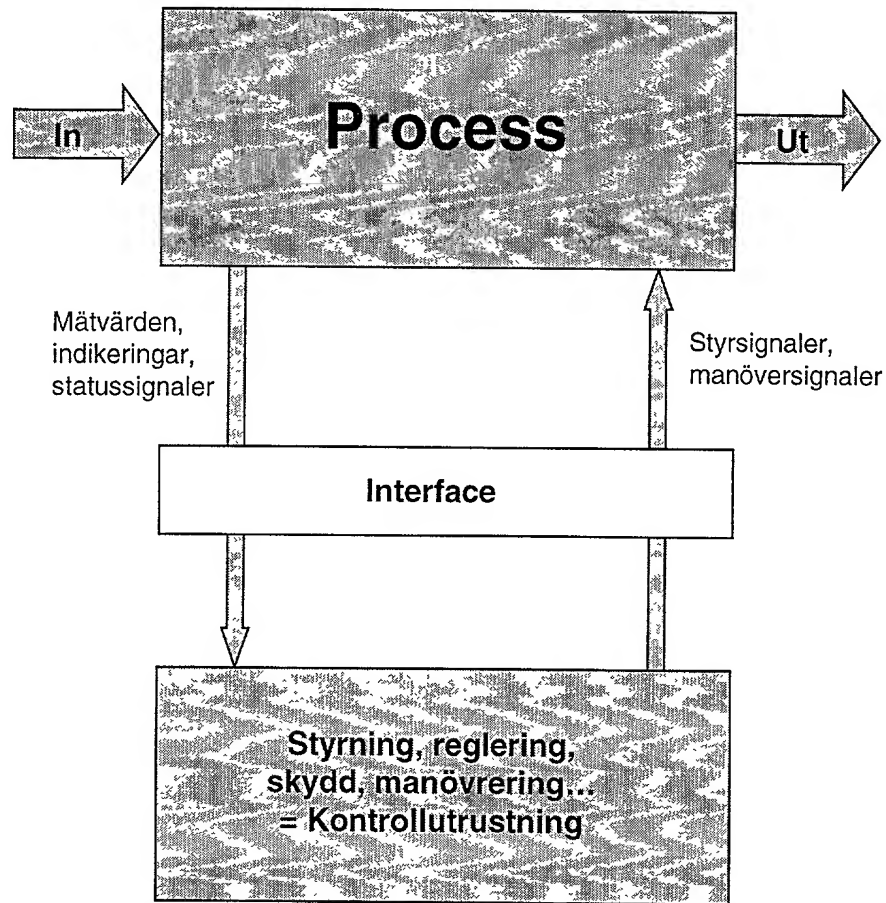
### 6.1 Livscykelperspektiv

En ansats är att illustrera hur Mach II:s tillämpningsområden är en oundgänglig del i hela stationens livscykel.



## 6.2 Processperspektiv

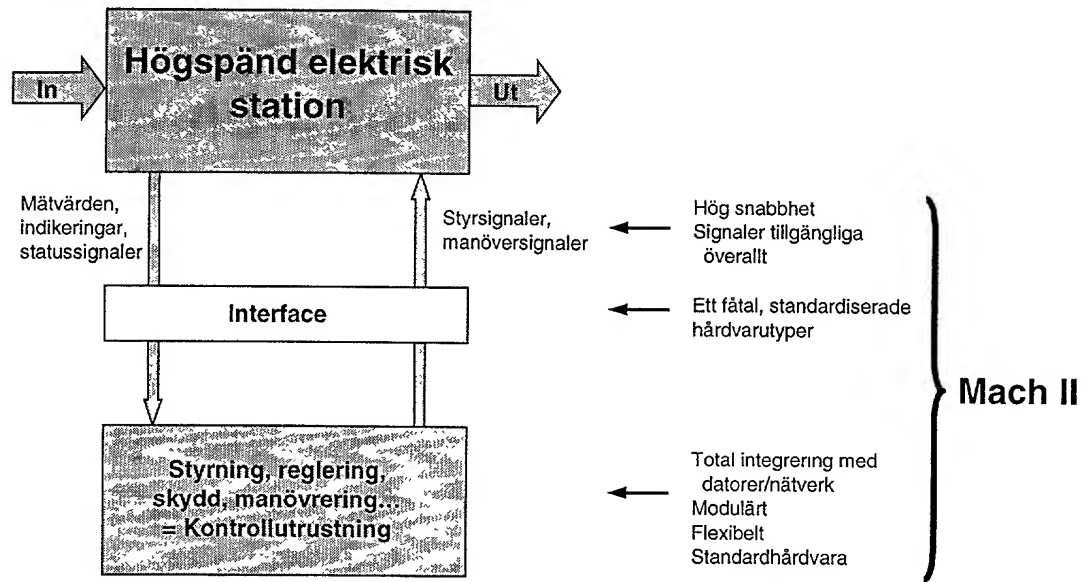
Generellt kan en process schematiseras enligt figuren nedan.



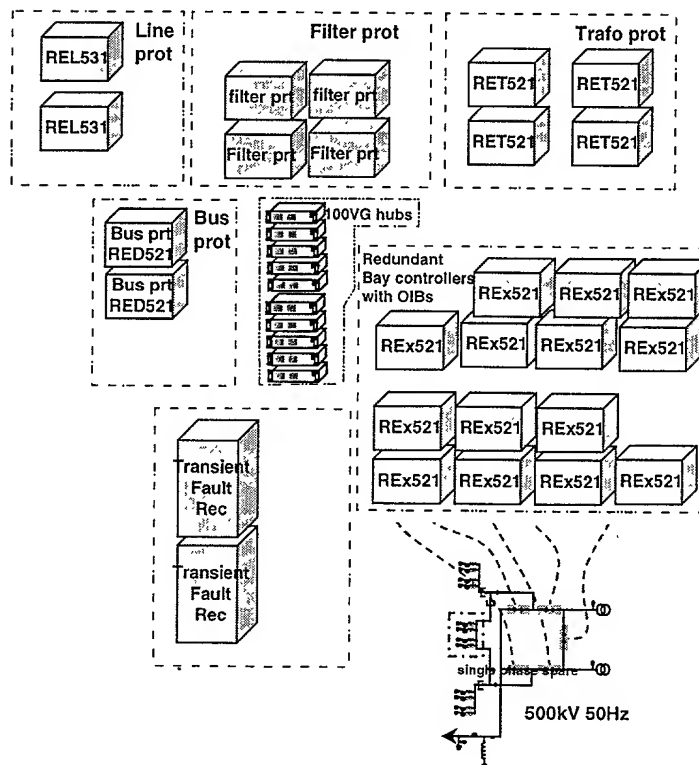
Detta gäller självfallet även i elkraftsammanhang, t ex för en kraftstation, ett ställverk eller en strömriktarstation.



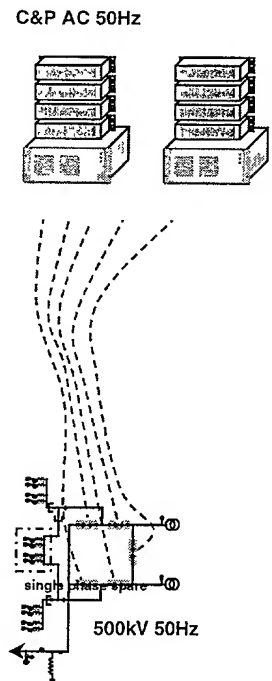
I en högspänd elektrisk station med Mach II blir bilden:



## Traditionell kontrollutrustning

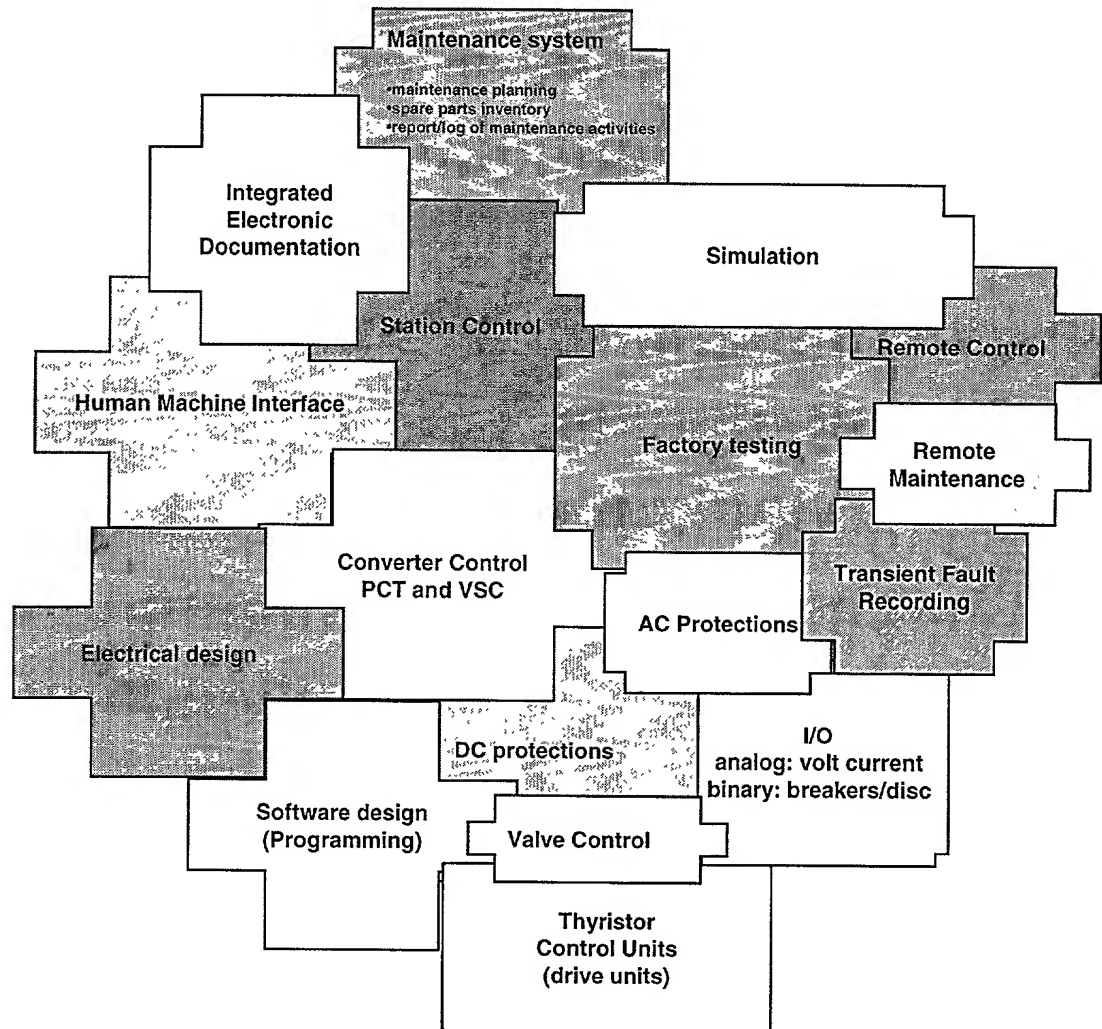


## Mach II



## 6.3 Tillämpningsfält

Om man gör en "karta" över tillämpningsfälten och deras ingående funktioner, kan man markera grupper av samverkande funktioner i olika tillämpningsfält; grupper som kan utgöra patentanspråk.



## 7 TÄNKBARA PATENTANSPRÅK

Under huvudpatentet skulle ett antal delanspråk kunna formuleras. De är angivna utan något system i ordningsföljden.

### 7.1 Full integration möjliggör "global" parameteråtkomst

Alla mät- och styrsignaler är varje ögonblick åtkomliga för vilken funktion som helst i datornätverket, vilket underlättar förbättringar och utbyggnader.

Samma gäller "historiska" data från SER och TFR.

### 7.2 Matris för skyddskoordinering

Skydden i en anläggning har en komplex samverkan som bl a innebär backup för varandra. Koordineringen för detta görs i en mjukvarumässig "kopplingstavla".

Under provning kan man mycket enkelt inaktivera alla eller vissa beroenden med enkla musklick.

### 7.3 Åtkomst av information via handhållen dator, eller mobiltelefon

På plats vid en apparat i ställverket kan en operatör på den bärbara enhetens bildskärm se aktuella driftdata och deras historik (från SER och TFR), den del av kretsschemat där apparaten ingår, samt relevant dokumentation.

När datakommunikation via mobiltelefon utvecklats mer kan samma funktionalitet erhållas den vägen, dvs operatören kan se önskad information i sin mobiltelefon oavsett var han befinner sig.

### 7.4 Realistisk provning gentemot simulator

Kontrollutrustning uppbyggd med Mach II kan provas mot relätestare, EMTDC playback (RTPS), digital realtidssimulator (RTDS) eller analog simulator, eller kombinationer av dem. Även inspelade felfall från anläggningar i drift kan köras och analyseras, med möjlighet till stegning av programmen.

### 7.5 Radikal minskning av mängden hårdvara

Jämfört med alltigenom dedicerad hårdvara har mängden hårdvara i Mach II minskat med en faktor 10. I motsvarande grad har antalet kontaktövergångar minskat, vilket minskar montagetiden och ökar tillförlitligheten. Och därmed kostnaden!

Som sekundäreffekter får man mindre krav på reservdelslager och slipper helt, i kombination med redundanta system, schemalagda driftstopp för underhåll.

### 7.6 Elektronisk dokumentation med processvärden i realtid

I och med att dokumentationen för hela kontroll- och skyddsutrustningen finns i digital form i Mach II, kan man åstadkomma att aktuella värden på strömmar och spänningar, status på brytare etc visas i realtid i kretsschemat.

### 7.7 Trådlösa interface

Kablaget mellan kontrollutrustning och ställverk är redan kraftigt reducerat i och med övergång från parallellförbindningar, där varje signal har sin egen ledare, till (fiberoptiska) seriella bussar där ett stort antal signaler överförs i varje ledare eller optisk fiber.

Nästa steg vore att ta bort dessa fysiska seriebussar helt och istället låta all kommunikation mellan kontrollutrustning och huvudkretsapparater gå via radiolänk, typ "Bluetooth", fast kraftigare och med längre räckvidd (några hundra meter). Detta ger följande fördelar:

- Ytterligare minskat kablage
- Flexibelt – lätt att lägga till ytterligare signaler
- Provning kan påbörjas utan väntan på kabeldragning



Doc. No & rev 00LI0833  
Class No  
Date 2000-11-16  
Issuer Peter Lindholm  
Dept. NP  
Phone  
E-mail  
Fax

## Memorandum

To: Michel Chamia, Hans Björklund, Nick Warren

Copy:

**Subject: Underlag för patentansökan Mach II**

### INLEDNING

Mach II är ett datorsystem för hela hanteringen av en strömriktarstation, alltifrån design och provning till drift och underhåll.

Sedan ca ett år är det möjligt att i USA söka och få patent på mjukvarurelaterade uppfinningar. Detta dokument ska utgöra underlag för patentansökan.

Denna första utgåva är i högsta grad preliminär ska ses som ett diskussionsunderlag.

## ABB Power Systems

Postal Address	Visiting Address	Telephone	E-mail	VAT No
ABB Power Systems AB	Lyviksvägen 3	+46 240 782000	info.sepow@se.abb.com	SE556018072001
Box 703		Telefax		Registered Office

## Table of Contents

1	UTGÅNGSPUNKT .....	3
2	DEFINITIONER .....	4
3	JÄMFÖRELSE MED TIDIGARE KÄNDA SYSTEM.....	5
4	UTMÄRKANDE FÖR MACH II.....	6
5	TIDIGARE INNOVATIONER OCH PATENTANSÖKNINGAR AV BETYDELSE .....	7
6	ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING.....	8
6.1	Livscykelperspektiv.....	8
6.2	Tillämpningsfält .....	9
7	TÄNKBARA PATENTANSPRÅK.....	10
7.1	Matris för skyddskoordinering .....	10

ABB

## 1 UTGÅNGSPUNKT

Rubrik för en patentansökan för hela eller delar av systemet skulle kunna vara:

**“Integrering av funktioner inom skilda tillämpningsfält i en högspänd elektrisk (strömriktar)station medelst samverkande datorer i ett nätverk”.**

Ska vi säga “processorer” i stället för “datorer”? Teoretiskt skulle man kunna tänka sig ett Mach II med en enda dator(burk). Systemet måste dock innehålla mer än en processor, och alla ska samverka via nätverk.

## 2 DEFINITIONER

Med tillämpningsfält avser vi olika delprocesser under stationens livscykel. De kan skilja sig åt både i vilket skede av livscykeln de förekommer och hur de används.

Varje tillämpningsfält kan innehålla en eller flera funktioner som är mer eller mindre likartade och har individuella eller gemensamma uppgifter i stationen.

Exempel:

TILLÄMPNINGSFÄLT	FUNKTIONER
Skydd	AC: filterskydd, transformatorskydd, ... DC: filterskydd, överspänningsskydd, ...
Tyristorkontroll	
Ventilkontroll	
Strömriktarkontroll	
Stationskontroll	Sekvenser
Transient fault recording	
In/out digital/analog	
Man/maskin-gränssnitt	
Fjärrkontroll	
Underhåll	Planering Reservdelsförråd Rapportering av aktiviteter
Fjärrunderhåll	
Funktionell design (software)	Logiska moduler Delfunktionsblock Verktyg: HiDraw
Elektrisk design	
Simulering	
Provning	
Elektronisk dokumentation	

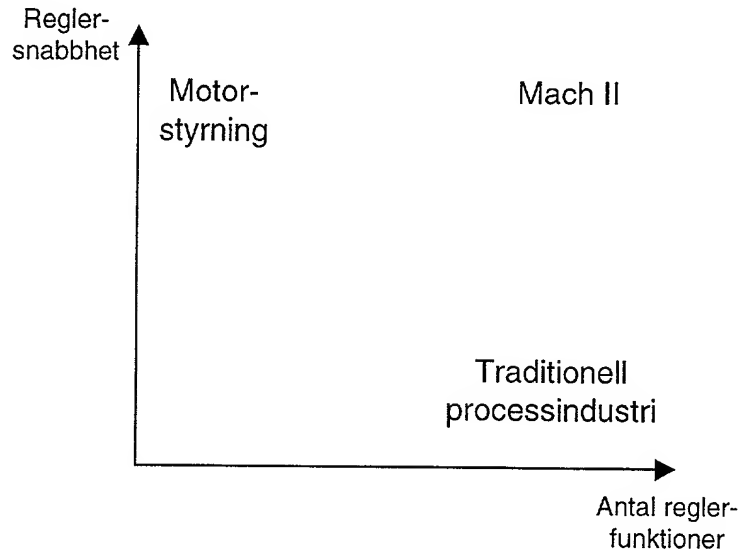


### 3 JÄMFÖRELSE MED TIDIGARE KÄNDA SYSTEM

Traditionella processreglersystem har många funktioner men oftast relativt långsamma, och rätt självständigt arbetande. Låg grad av integration mellan funktioner.

Motorstyrssystem är exempel på snabb reglering, men med ett fåtal funktioner.

Mach II kombinerar ett stort antal reglerfunktioner med mycket hög snabbhet och med mycket hög integration och samverkan mellan funktionerna. Snabbheten kan vara 10 000 gånger högre än i vanlig processindustri.



## 4 UTMÄRKANDE FÖR MACH II

- Öppet system – använder kommersiell standardhårdvara
- Skalbarhet från små till mycket stora stationer
- Flexibilitet – modulär mjukvara förenklar design och underlättar prov och simuleringar
- Kompatibilitet – mjukvaran körbar på framtida hårdvara med högre prestanda
- Avancerad internövervakning eliminerar behovet av schemalagt underhåll
- All information lätt tillgänglig i fjärreglercentral
- Digitalt lagrad, integrerad dokumentation
- Integrerad felföljdsskrivare (SER) och Transient Fault Recorder (TFR)
- All kommunikation mellan Mach II och huvudkretsapparater sker seriellt, vilket reducerar mängden kablage
- Långt driven integrering mellan olika delsystem och tillämpningsfält förenklar systemkonfiguration och utbyggnad
- Redundanta system möjliggör underhåll på standbysystemet samtidigt som det aktiva systemet är i drift
- Kompakt – volym och kostnad för hårdvara reducerad till en bråkdel jämfört med konventionella lösningar
- Färre kontaktövergångar ger högre tillförlitlighet

## 5 BEFINTLIGA INNOVATIONER OCH PATENTANSÖKNINGAR AV BETYDELSE

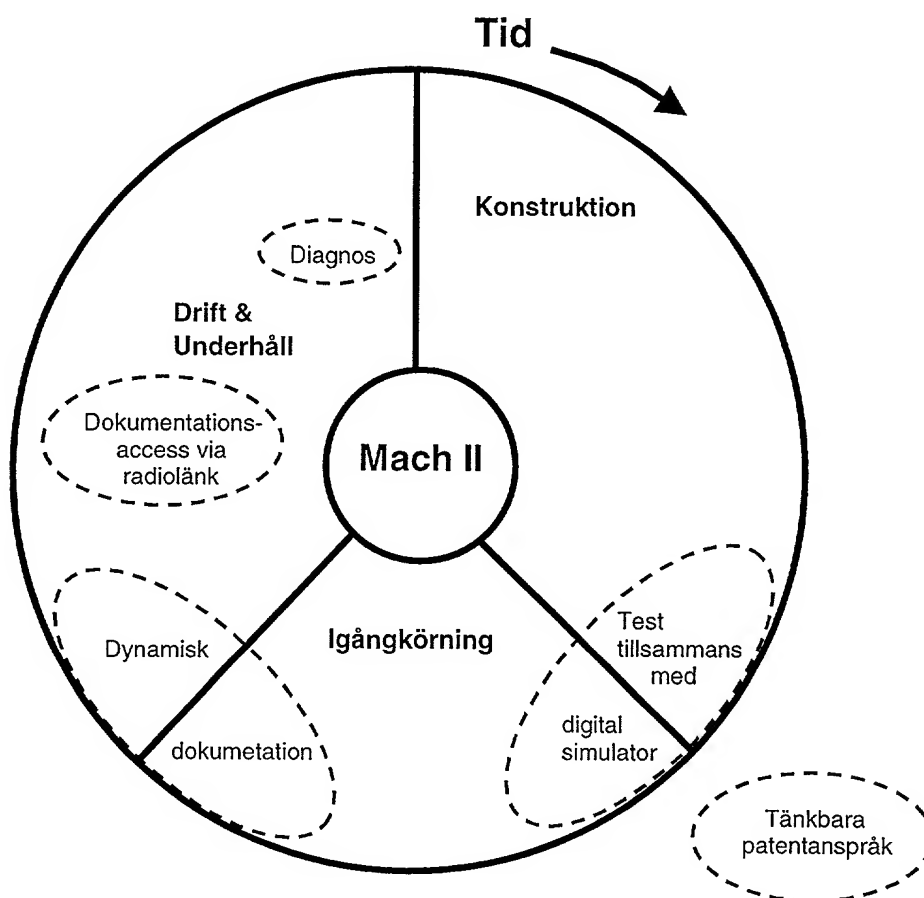
- Automatisk generering av kod från funktionsblock (innovation)
- Automatisk dokumentation (innovation)
- Direkt digitalsimulering mot kontrollutrustning (patentsökt)
- Multimedia för underhållsdelen (innovation)
- Möjlighet till fjärrunderhåll (innovation)
- Inbyggd dokumentation i stationsservern möjliggör access via radiolänk (innovation)
- Realtidsvisning av signalvärden i scheman (innovation)

## 6 ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING

Man kan försöka synliggöra Mach II:s uppfinningshöjd från flera utgångspunkter.

### 6.1 Livscykelperspektiv

En ansats är att illustrera hur Mach II:s tillämpningsområden är en oundgänglig del i hela stationens livscykel.



## 6.2 Tillämpningsfält

Om man gör en "karta" över tillämpningsfälten och deras ingående funktioner, kan man markera grupper av samverkande funktioner i olika tillämpningsfält; grupper som kan utgöra patentanspråk.

## 7 TÄNKBARA PATENTANSPRÅK

Under huvudpatentet skulle ett antal delanspråk kunna formuleras. De är angivna utan något system i ordningsföljden.

### 7.1 Full integration möjliggör "global" parameteråtkomst

Alla mät- och styrsignaler är varje ögonblick åtkomliga för vilken funktion som helst i datornätverket, vilket underlättar förbättringar och utbyggnader.

Samma gäller "historiska" data från SER och TFR.

### 7.2 Matris för skyddskoordinering

Skydden i en anläggning har en komplex samverkan som bl a innebär backup för varandra. Koordineringen för detta görs i en mjukvarumässig "kopplingstavla".

Under provning kan man mycket enkelt inaktivera alla eller vissa beroenden med enkla musklick.

### 7.3 Åtkomst av information via handhållen dator, eller mobiltelefon

På plats vid en apparat i ställverket kan en operatör på den bärbara enhetens bildskärm se aktuella driftdata och deras historik (från SER och TFR), den del av kretsschemat där apparaten ingår, samt relevant dokumentation.

När datakommunikation via mobiltelefon utvecklats mer kan samma funktionalitet erhållas den vägen, dvs operatören kan se önskad information i sin mobiltelefon oavsett var han befinner sig.

### 7.4 Realistisk provning gentemot simulator

Kontrollutrustning uppbyggd med Mach II kan provas mot relätestare, EMTDC playback (RTPS), digital realtidssimulator (RTDS) eller analog simulator, eller kombinationer av dem. Även inspelade felfall från anläggningar i drift kan köras och analyseras, med möjlighet till stegning av programmen.

### 7.5 Radikal minskning av mängden hårdvara

Jämfört med alltigenom dedicerad hårdvara har mängden hårdvara i Mach II minskat med en faktor 10. I motsvarande grad har antalet kontaktövergångar minskat, vilket minskar montagetiden och ökar tillförlitligheten. Och därmed kostnaden!

Som sekundäreffekter får man mindre krav på reservdelslager och slipper helt, i kombination med redundanta system, schemalagda driftstopp för underhåll.

### 7.6 Elektronisk dokumentation med processvärden i realtid

I och med att dokumentationen för hela kontroll- och skyddsutrustningen finns i digital form i Mach II, kan man åstadkomma att aktuella värden på strömmar och spänningar, status på brytare etc visas i realtid i kretsschemat.